

Proyecto Fin de Carrera  
Ingeniería Civil

Proyecto de Construcción de una Estación de  
Autobuses Interurbanos

Análisis del Diseño Estructural de la Estación de Autobuses de  
Pamplona

MEMORIA Y ANEJOS  
TOMO 1.

Autor: Adrián I. Cubero Rivera

Tutor: Blas González González

**Dep. Construcciones Arquitectónicas**  
**Escuela Técnica Superior de Ingeniería**  
**Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2016





Proyecto Fin de Carrera  
Ingeniería Civil

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla**

Autor:

Adrián I. Cubero Rivera

Tutor:

Blas González González

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Dpto. de Construcciones Arquitectónicas

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2016



Proyecto Fin de Carrera:

## Proyecto de Construcción de una Estación de Autobuses Interurbanos

Análisis del Diseño Estructural de la Estación de Autobuses de Pamplona

Autor: Adrián I. Cubero Rivera

Tutor: Blas González González

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Jaime Navarro Casas

Vocales:

Manuel Olivares Santiago

Secretario:

Juan Diego Bauzá Castelló

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 13 de julio de 2016

El Secretario del Tribunal

***A mi familia***

***A mis maestros***

# Agradecimientos

Emprender una segunda carrera parte de una serie de inquietudes a nivel profesional con el fin de complementar y aporta una nueva faceta a los conocimientos adquiridos como arquitecto. Esta decisión supone una serie de esfuerzos que no solo tienen trascendencia a nivel personal, sino que genera unas implicaciones y consecuencias en el entorno que me rodea muy diferentes por contexto a cuando estudie la primera.

El apoyo de mi familia, en especial el de mi madre y mi pareja, han sido fundamentales para poder estar redactando este documento. Me han soportado y ayudado a todos los niveles para poder sobrellevar las numerosas horas de sueño y fines de semana que he empleado en estudiar este Grado y que los he restado de su compañía para poder cumplir este objetivo. Por su infinita paciencia y apoyo, mil gracias.

Gracias también a mi tutor Blas González, quien me ha asesorado y guiado para terminar este Trabajo Fin de Grado. Su conocimiento, experiencia y buen hacer en el ámbito civil es un referente para todos los alumnos y un ejemplo a seguir.

Agradecer también a la empresa Dlubal por facilitarme sin restricciones el software de cálculo RFEM 5.XX, sin el cual hubiera sido imposible realizar los cálculos necesarios.

Al mirar con perspectiva estos 6 años empleados siento la satisfacción del deber cumplido, con la complacencia del nuevo horizonte laboral que ya ha dado sus frutos materializándose en un puesto de trabajo en el que puedo desarrollar de forma conjunta mis dos carreras. A partir de ahora tengo el firme propósito de invertir ahora en mi plano personal y familiar el tiempo se merecen y del cual ahora soy consciente más que nunca que es lo que más valor e importancia tiene en nuestra vida.

Adrián I. Cubero Rivera  
Sevilla, 2016

# Resumen

El profesional de la arquitectura ha de ser un técnico que tenga conocimientos y competencias multidisciplinares. El diseño arquitectónico, que supone la génesis y raíz de toda intervención, ha de completarse con un diseño estructural que sustente la actuación de manera óptima y con un diseño de instalaciones que doten al conjunto del confort requerido.

El nivel de especialización al que se está derivando en la actualidad genera en numerosas ocasiones conflicto entre estos 3 pilares. Cada vez con más frecuencia se proponen diseños arquitectónicos que no se conjugan con un diseño estructural o de instalaciones adecuados, quedando en numerosas ocasiones relegados a un segundo plano.

Las implicaciones que genera esta forma de actuación deriva en soluciones y/o adaptaciones forzadas que en numerosas ocasiones diluyen o incluso ocuyen la idea de proyecto, derivando además en un coste económico innecesario.

Es tarea del arquitecto tener la capacidad de poder abarcar y controlar el proyecto en toda su envergadura, para lo cual es necesario tener los conocimientos necesarios para saber gestionar de forma conjunta los tres niveles de diseño principales.

El presente Trabajo Fin de Grado analizará el caso concreto de la Estación de Autobuses de Pamplona. Este proyecto presenta unos condicionantes de diseño muy fuerte:

- Repercusión mínima en el entorno. El edificio se dispondrá bajo rasante, de forma que se dé continuidad en su cubierta a los jardines que rodean la Ciudadela de Pamplona.
- Conjugación de diferentes escalas. Se ha de diseñar un edificio que macle la escala humana con la escala de vehículos.

En los próximos capítulos se estudiará la propuesta del arquitecto para resolver estos condicionantes y el diseño estructural asociado al proyecto inicial. Se comprobará que el diseño arquitectónico inicial no ha contemplado el diseño estructural y que la falta de especialización en esta materia por parte del arquitecto ha conllevado que el proyecto final pierda la esencia y la idea de proyecto inicial al no tener capacidad para argumentar técnicamente la viabilidad de su diseño.

# Abstract

The architecture professional must be a technician who has knowledge and multidisciplinary competences. Architectural design, which is the origin and root of all intervention, should be supplemented by a structural design that supports the optimum performance and by a facilities design that provides the architectural ensemble required comfort.

The high specialization level that is currently drifting generates in many occasions a conflict between these three pillars. More frequently, architectural designs that are not blended into a structural design or suitable facilities are proposed, being on numerous occasions relegated to the background.

Implications generated by this form of action leads to solutions and / or forced adaptations that sometimes become blurred or even occlude the project idea, also resulting in unnecessary cost.

It is the architect task to have the ability to include and control the whole project, for which an architect must have necessary knowledges in order to manage the three main levels of design jointly.

This Final Project will analyze the specific case of Pamplona Bus Station. This project has a very strong design determinants:

- Minimal impact on the environment. Building will be built below ground, so that continuity is given on its roof to the gardens that are surrounding the Ciudadela of Pamplona.
- Conjugation of different scales. It must be design a building that join human and vehicle scales.

The architect's proposal to solve the constraints and structural design associated with the initial project, will be evaluated in the following chapters. It will be checked that the initial architectural design has not considered the structural design and ignorance in this area by architect meant that the final project lost essence and original idea, because of architect has not the ability to argue technically the viability of its design.

## Bibliografía

- Código Técnico de la Edificación. CTE.
- Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08
- Norma de Construcción Sismorresistente. NCSE-02
- Eurocódigo 2 EN 1992.1.1 y Anejo Nacional
- Norma básica de la edificación. Condiciones Térmicas. NBE. CT-79
- Proyecto y Cálculo de Estructuras de Hormigón. J. Calavera (Intemac)
- Cálculo de Estructuras de Cimentación. J. Calavera (Intemac)
- Catálogo Fressynet
- Herramienta para el Proyecto y Análisis de Estructuras Hiperestáticas de Hormigón Pretensado. Carlos López Jiménez.
- Apuntes Hormigón Pretensado UNED. Alfonso Cobo Escamilla. Luis Felipe Rodríguez Martín.
- Manual RFEM 5.XX. Dlubal
- Manual RF TENDON. Dlubal
- Manual Concrete Surfaces. Dlubal
- Manual Concrete Members. Dlubal
- Manual Concrete Columns. Dlubal
- Detalles constructivos Cypecad



# Abreviaturas

TFG	Trabajo Fin de Grado
MFE	Método de Elementos Finitos
RFEM	Programa de cálculo de elementos finitos propiedad de Dlubal
CTE	Código Técnico de la Edificación
EHE-08	Instrucción Hormigón Estructural
Fig.	Figura
Cap.	Capítulo
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
cm	Centímetro
BOE	Boletín Oficial del Estado
DB-SE-C	Documento Básico Seguridad Estructural Cimientos.
Kg	Kilogramo
kN	Kilonewton
N	Esfuerzo axial
V	Esfuerzo cortante
M	Momento flector
L	Luz entre pilares
DB-SE	Documento Básico Seguridad Estructural
ELU	Estado Límite Último
ELS	Estado Límite de Servicio
f <sub>ck</sub>	Resistencia característical del hormigón (según EHE-08)
N	Newton
Mm	Milímetro
mm <sup>2</sup>	Milímetro cuadrado
SC	Sobrecarga
°C	Grado centígrado
W	Watio
Kcal	Kilocaloría
DB-SI	Documento Básico Seguridad de Incendios
g	Gravedad
d	Canto útil (equivalente al canto total (h) menos el recubrimiento (e))
h	Canto total
e	Recubrimiento de armadura
MPa	Megapascales



# Índice General

## TOMO 1

### MEMORIA

Agradecimientos .....	ii
Resumen.....	iii
Abstract .....	iv
Bibliografía .....	v
Abreviaturas .....	vii
Índice General .....	ix
Índice de Figuras .....	xv
<b>1 Objetivo, Objeto y Alcance .....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivo .....	1
1.2 Objeto.....	1
1.3 Alcance .....	2
<b>2 Estado del Arte .....</b>	<b>3</b>
2.1 Método de Elementos Finitos.....	3
2.2 Programa de Cálculo RFEM 5.xx .....	4
2.3 Tipologías Estructurales Analizadas .....	4
<b>3 Diseño Arquitectónico .....</b>	<b>5</b>
3.1 Ubicación y Emplazamiento .....	5
3.2 Idea de Proyecto .....	6
3.3 Distribución Interior .....	7
3.3.1 Planta Nivel 0.....	7
3.3.2 Planta Nivel -1.....	8
3.3.3 Planta Nivel -2.....	9
3.3.4 Planta Nivel -3.....	11
3.3.5 Planta Nivel -4.....	11
3.3.6 Alzados y Secciones.....	12
<b>4 Diseño Estructural Inicial.....</b>	<b>13</b>
4.1 Introducción.....	13
4.2 Zonificación Estructural.....	13
4.3 Excavación y Pantallas .....	14
4.4 Solución Adoptada Zona Park.....	15
4.5 Solución Adoptada Zona A.....	17
4.6 Solución Adoptada Zona B.....	18
4.7 Solución Adoptada Zona C.....	19
4.8 Solución Adoptada Zona D.....	21

4.9	Solución Adoptada Zona E.....	24
4.10	Solución Adoptada Zona F.....	26
4.11	Conclusiones.....	27
5	Diseño Estructural Final.....	29
5.1	Modificaciones al Proyecto Original.....	29
5.1.1	Aparcamientos planta nivel -4 y -3.....	29
5.1.2	Dársena planta sótano -2.....	30
5.1.3	Nivel -1.....	32
5.1.4	Nivel 0.....	33
5.2	Conclusiones.....	34
6	Delimitación Zona de Estudio.....	35
6.1	División de zonas.....	35
6.2	Elección de Cálculo. Zona A.....	36
6.3	Premisas de cálculo zona A.....	36
7	Datos de Partida.....	37
7.1	Normativa de Aplicación.....	37
7.2	Geotecnia.....	37
7.2.1	Marco Geológico.....	37
7.2.2	Marco Hidrológico.....	38
7.2.3	Sismicidad.....	38
7.2.4	Cumplimiento CTE.....	39
7.2.5	Perfil de Sondeo.....	40
	Características del Nivel Geotécnico 3.....	41
7.2.6	Nivel Freático.....	41
7.3	Topografía.....	41
7.3.1	Situación Inicial.....	41
7.3.2	Situación Final.....	42
8	Predimensionamiento Estructural.....	43
8.1	Losas Macizas.....	43
8.1.1	Forjado Sótano -3/-4.....	44
8.1.2	Forjado Sótano -3/-2.....	44
8.1.3	Forjado Sótano -2/-1.....	44
8.1.4	Forjado Planta 0.....	45
8.2	Losa de Cimentación.....	45
8.3	Pilares.....	45
8.4	Vigas Postesadas.....	46
8.4.1	Parámetros de Referencia.....	46
8.4.2	Método de Magnel.....	47
8.4.3	Tendones Viga.....	47
9	Caracterización Estructural en RFEM 5.XX.....	53
9.1	Compatibilidad Normativa.....	53
9.1.1	Unidades.....	56
9.1.2	Materiales.....	57
9.2	Inserción Geométrica del modelo.....	59
9.2.1	Inserción 3D del Modelo.....	61

9.2.2	Definición de Apoyos y Cimentación.....	64
9.2.3	Inserción del Modelo de Cálculo .....	70
<b>9.3</b>	<b>Inserción de Cargas y Acciones .....</b>	<b>73</b>
9.3.1	Inserción de Casos de Cargas.....	73
9.3.2	Acciones .....	81
9.3.3	Expresiones de Combinación .....	82
9.3.4	Combinaciones de Acciones.....	85
9.3.5	Combinaciones de Cargas.....	86
9.3.6	Combinaciones de Resultados .....	87
<b>9.4</b>	<b>Inserción de Estructura Pretensada.....</b>	<b>88</b>
9.4.1	Tipología de Postesado .....	88
9.4.2	Metodología de Cálculo .....	90
9.4.3	Definición de Materiales .....	90
9.4.4	Definición de Vigas.....	91
9.4.5	Introducción de tendones .....	92
9.4.6	Modelado Geométrico.....	93
9.4.7	Cargas de Pretensado .....	94
9.4.8	Sumario .....	96
9.4.9	Pérdida de Pretensado en Tendones .....	96
9.4.10	Diagramas de esfuerzos.....	97
<b>9.5</b>	<b>Método de los Elementos Finitos.....</b>	<b>97</b>
9.5.1	Parámetros de Cálculo.....	98
9.5.2	Mallado de los Elementos Finitos en RFEM 5.XX. ....	99
<b>10</b>	<b>Ajustes de Diseño Arquitectónico para su Construcción .....</b>	<b>101</b>
10.1	Soluciones Geométricas y Constructivas.....	101
10.2	Ajuste Geométrico del Modelo .....	102
10.3	Morfología Arquitectónica no Adecuada.....	103
10.4	Requerimientos de Cálculo.....	111
10.5	Geometría y Cálculo del Pretensado .....	123
10.5.1	Evolución Geométrica del Pretensado.....	123
10.5.2	Caracterización de Tendones .....	125
10.5.3	Ajuste Geométrico de Tendones.....	125
10.5.4	Resumen de Datos.....	128
<b>11</b>	<b>Cálculo Estructura Hormigón Armado .....</b>	<b>129</b>
11.1	Estados límites no Calculados por Módulos de RFEM .....	129
11.2	Módulos de RFEM.....	131
11.3	RF Concrete Surfaces .....	132
11.3.1	Datos Generales.....	132
11.3.2	Materiales.....	134
11.3.3	Superficies.....	135
11.3.4	Armaduras.....	136
11.3.5	Resultados.....	138
11.3.6	Conclusión.....	139
11.4	RF Concrete Members .....	139
11.4.1	Datos Generales.....	140
11.4.2	Materiales.....	141

<b>11.5</b>	<b>Secciones.....</b>	<b>142</b>
11.5.1	Apoyos .....	142
11.5.2	Armadura .....	143
11.5.3	Resultados .....	146
11.5.4	Conclusiones.....	149
<b>11.6</b>	<b>RF Concrete Columns .....</b>	<b>149</b>
11.6.1	Datos Generales.....	149
11.6.2	Materiales .....	150
11.6.3	Secciones .....	151
11.6.4	Armadura .....	151
<b>11.7</b>	<b>Conclusión.....</b>	<b>157</b>
<b>12</b>	<b>Cálculo Hormigón Pretensado .....</b>	<b>158</b>
<b>12.1</b>	<b>Determinación de la Geometría Final de Tendones .....</b>	<b>159</b>
12.1.1	Forma Tipo 1. ....	159
12.1.2	Forma Tipo 2. ....	161
12.1.3	Forma Tipo 3. ....	163
12.1.4	Forma Tipo 4. ....	166
12.1.5	Forma Tipo 5. ....	167
<b>12.2</b>	<b>Estado Límite de Fisuración .....</b>	<b>170</b>
12.2.1	Aparición de Fisuras por Compresión .....	170
12.2.2	Estado Límite de Descompresión .....	171
12.2.3	Fisuración por Tracción.....	171
<b>12.3</b>	<b>Estado Límite de Deformación.....</b>	<b>173</b>
<b>12.4</b>	<b>Comprobación y Armado con RF-TENDON .....</b>	<b>173</b>
12.4.1	Resumen .....	173
12.4.2	Perdidas de Pretensado .....	174
12.4.3	Esfuerzos.....	175
12.4.4	Comprobación de Posiciones .....	176
12.4.5	Armado de la sección. ....	176
12.4.6	Comprobación de la Sección Armada .....	177
12.4.7	Esfuerzos en las Distintas Etapas.....	177
12.4.8	Esfuerzos Interiores en la Sección.....	178
12.4.9	Comprobación de las Secciones Armadas .....	178
<b>12.5</b>	<b>Conclusión.....</b>	<b>195</b>
<b>13</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>197</b>
<b>13.1</b>	<b>Tensiones .....</b>	<b>197</b>
13.1.1	Planta Sótano -4. ....	197
13.1.2	Planta Sótano -3. ....	201
13.1.3	Planta Sótano -2. ....	205
13.1.4	Planta Sótano -1. ....	209
13.1.5	Planta 0. ....	213
13.1.6	Muros. ....	217
<b>13.2</b>	<b>Armados .....</b>	<b>223</b>
13.2.1	Planta Sótano -4. ....	223
13.2.2	Planta Sótano -3. ....	226
13.2.3	Planta Sótano -2. ....	229

13.2.4	Planta Sótano -1. ....	233
13.2.5	Muros.....	240

## **ANEJOS**

Anejo A. Cumplimiento EHE-08 .....	245
Introducción.....	245
Método de Cálculo.....	245
Estado Límite Último.....	246
Estado Límite de Servicio.....	247
Característica de los Materiales .....	249
13.3 Condiciones de Seguridad y Niveles de Control.....	250
13.4 Durabilidad .....	250
13.5 Retracción y Fluencia .....	251
13.6 Consideraciones en hormigón pretensado.....	252
Anejo 2. Cumplimiento CTE .....	255
Introducción.....	255
Cumplimiento CTE DB SE-AE. Acciones en la Edificación .....	255
Peso Propio.....	255
Pretensado.....	256
Acciones del Terreno.....	258
Sobrecarga de Uso .....	259
Sobrecarga de Viento .....	260
Sobrecarga por Acción Térmica.....	261
Sobrecarga por Nieve.....	264
Sismo .....	264
Incendio .....	264
Impacto .....	265
Anejo 3. Cumplimiento NCSE-02 .....	267
Ámbito de Aplicación.....	267
Conclusiones .....	267
Anejo 4. Pretensado en Estructuras Hiperestáticas .....	269
Aplicación del Pretensado a Estructuras Edificatorias.....	269
Esfuerzos Hiperestáticos del Pretensado. ....	269
Pretensado de Estructuras Hiperestáticas .....	270
Definición del Momento Hiperestático.....	270
Anejo 5. Tabla 1 .....	273
Anejo 6. Armadura Longitudinal Vigas .....	275
Anejo 7. Armadura Cortante Vigas .....	277
Anejo 8. Armadura Longitudinal Pilares .....	279
Anejo 9. Armadura Cortante Pilares.....	281

## **TOM02.**

## **PLANOS**



# Índice de Figuras

<i>Fig. 1.</i>	<i>Antigua estación de autobuses de Pamplona</i> .....	5
Fig.2.	Marquesina de acceso nueva estación de autobuses .....	6
Fig.3.	Vista completa del conjunto .....	7
Fig.4.	Marquesina de acceso. Vista 2 .....	8
Fig.5.	Dársena de autobuses .....	9
Fig.6.	Sala de Espera .....	10
Fig.7.	Aparcamiento Vehículos Ligeros.....	11
Fig.8.	Zonificación Estructural en Planta 0.....	13
Fig.9.	Zona Park .....	14
Fig.10.	Pantallas y Excavación.....	15
Fig.11.	Cimentación zona Park.....	15
Fig.12.	Nivel -3 Zona Park .....	16
Fig.13.	Junta de Dilatación .....	17
Fig.14.	Sección Forjado.....	19
Fig.15.	Detalle Junta de dilatación pilares.....	20
Fig.16.	Detalle Junta de dilatación pilar circular.....	21
Fig.17.	Sección Zona Central C .....	22
Fig.18.	Planta de Losa Central .....	22
Fig.19.	Armado de Capitel .....	22
Fig.20.	Planta de zona perimetral .....	23
<i>Fig.21.</i>	<i>Viga Invertida</i> .....	23
<i>Fig.22.</i>	<i>Canto de Losa Genérico</i> .....	24
<i>Fig.23.</i>	<i>Sección Vuelo Canto Variable</i> .....	24
<i>Fig.24.</i>	<i>Planta del forjado Nivel 0</i> .....	25
<i>Fig.25.</i>	<i>Sección del forjado Nivel 0</i> .....	25
<i>Fig.26.</i>	<i>Sección del forjado Nivel 0</i> .....	26
Fig.27.	<i>Sección tipo de forjado</i> .....	26
<i>Fig.28.</i>	<i>Sección tipo zona F</i> .....	27
<i>Fig.29.</i>	<i>Sección losa alveolar prefabricada zona F</i> .....	27
Fig.30.	Aparcamientos sótano -3 .....	29
Fig.31.	Estructura Dársena autobuses .....	30
Fig.32.	Pila central.....	31
Fig.33.	Dársena de autobuses .....	32

Fig.34.	Dársena Autobuses 2.....	32
Fig.35.	Zona de Espera .....	33
Fig.36.	Exteriores .....	33
Fig.37.	Zonificación Estructural .....	35
Fig.38.	Normativa aplicable.....	54
Fig.39.	Coeficientes parciales de seguridad equilibrio estático RFEM.....	54
Fig.40.	Coeficientes parciales de seguridad equilibrio estático EHE .....	55
Fig.41.	Coeficientes parciales de seguridad ELU RFEM .....	55
Fig.42.	Coeficientes parciales de seguridad EHE.....	55
Fig.43.	Coeficiente de combinación de acciones variables .....	56
Fig.44.	Unidades.....	57
Fig.45.	Características hormigón .....	57
Fig.46.	Biblioteca de materiales acero .....	58
Fig.47.	Características acero.....	58
Fig.48.	Características tendones.....	59
Fig.49.	Planta sótano -4.....	60
Fig.50.	Planta sótano -3.....	60
Fig.51.	Planta sótano -2.....	60
Fig.52.	Planta sótano -1.....	61
Fig.53.	Planta 0 .....	61
Fig.54.	Planta sótano -4.....	62
Fig.55.	Planta sótano -3.....	62
Fig.56.	Planta sótano -2.....	63
Fig.57.	Planta sótano -1.....	63
Fig.58.	Planta 0 .....	63
Fig.59.	Coeficiente de balasto .....	64
Fig.60.	.Losas de Cimentación .....	65
Fig.61.	Apoyo en superficie.....	65
Fig.62.	Muros en Contacto con el Terreno.....	66
Fig.63.	Apoyos en nudos. ....	66
Fig.64.	Apoyo en nudos .....	67
Fig.65.	Pilar en Z .....	68
Fig.66.	Apoyos en líneas. ....	68
Fig.67.	Definición de apoyos en línea .....	69
Fig.68.	Definición muro en Z.....	70
Fig.69.	Edición de sección .....	71
Fig.70.	Planta sótano -4. Superficies .....	71
Fig.71.	Planta sótano -3. Superficies. ....	72
Fig.72.	Planta sótano -2 y -1. Superficies .....	72
Fig.73.	Planta 0. Superficies .....	72

Fig.74.	Casos de carga.....	73
Fig.75.	Planta sotano -4. Cargas muertas .....	74
Fig.76.	Planta sotano -3. Cargas muertas .....	74
Fig.77.	Planta sotano -2. Cargas muertas .....	75
Fig.78.	Planta sotano -1. Cargas muertas .....	75
Fig.79.	Planta 0. Cargas muertas.....	75
Fig.80.	Planta sótano -4. Cargas del terreno.....	76
Fig.81.	Planta sotano -4 y -3. Cargas del terreno.....	76
Fig.82.	Planta sotano -2 y Planta 0. Cargas del terreno .....	76
Fig.83.	Coeficientes de combinación de acciones variables .....	77
Fig.84.	Planta sótano -4. Sobrecargas de uso.....	78
Fig.85.	Planta sótano -3. Sobrecargas de uso.....	78
Fig.86.	Planta sótano -2. Sobrecargas de uso.....	78
Fig.87.	Planta sótano -1. Sobrecargas de uso.....	79
Fig.88.	Planta 0. Sobrecargas de uso.....	79
Fig.89.	Planta 0. Nieve .....	79
Fig.90.	Planta 0. Viento succión.....	80
Fig.91.	Planta 0. Viento presión .....	80
Fig.92.	Acciones .....	81
Fig.93.	Concomitancia de acciones.....	82
Fig.94.	Expresiones de combinación.....	83
Fig.95.	Definición de combinaciones.....	84
Fig.96.	Combinación de acciones .....	85
Fig.97.	Análisis de segundo orden .....	86
Fig.98.	Combinaciones de resultado.....	87
Fig.99.	Anclaje de tendones.....	88
Fig.100.	Detalle anclaje pretensado .....	89
Fig.101.	Esquema de recubrimiento de anclaje de tendones .....	90
Fig.102.	Reparto de cargas por etapas .....	91
Fig.103.	Elección de vigas para pretensar .....	92
Fig.104.	Perspectiva para elección de vigas para pretensar.....	92
Fig.105.	Elección de la forma geométrica de tendones .....	93
Fig.106.	Geometría de tendones.....	93
Fig.107.	Opciones de modificación de geometría de tendones .....	94
Fig.108.	Cargas equivalentes de pretensado .....	95
Fig.109.	Balance de cargas de pretensado .....	95
Fig.110.	Pérdida de tensión en tendones .....	96
Fig.111.	Diagrama de esfuerzos final.....	97
Fig.112.	Parámetros de cálculo global.....	98
Fig.113.	Configuración de la malla de EF.....	99

Fig.114.	Criterios de calidad de la malla.....	100
Fig.115.	Tensiones por falta de alineación de pilares .....	103
Fig.116.	Tension normal $\sigma_x$ .....	104
Fig.117.	Alineación de pilares con muro perimetral .....	104
Fig.118.	Pantalla de hormigón interior .....	105
Fig.119.	Tensiones tangenciales pantalla hormigón interior .....	105
Fig.120.	Alternativa de sustitución a pantalla de hormigón interior.....	106
Fig.121.	Muro de contención medianero a ciudadela.....	107
Fig.122.	Ampliación de losa de cimentación en muro de contención medianero a ciudadela .....	107
Fig.123.	Tensiones en losa de cimentación en muro de contención medianero a ciudadela .....	108
Fig.124.	Planta sótano -2. Estado de tensiones normales.....	109
Fig.125.	Pasillo de evacuación planta sótano -3.....	109
Fig.126.	Estado de tensiones salida de evacuación sótano -3 .....	110
Fig.127.	Encuentro pasillo de evacuación con estructura principal en planta -3 ...	110
Fig.128.	Planta 0. Grandes luces entre pilares.....	112
Fig.129.	Esquema de vigas en Planta 0.....	112
Fig.130.	Flechas en forjado de Planta 0 .....	113
Fig.131.	Esquema de momento flector de viga pretensada. Tanteo de soluciones	113
Fig.132.	Esquema de vigas en forjado Planta 0. Tanteo de soluciones .....	114
Fig.133.	Estado de tensiones inducido por pretensado en cabeza de pilar. Forjado Planta 0 .....	115
Fig.134.	Esquema de vigas en forjado Planta 0. Tanteo de soluciones 2 .....	115
Fig.135.	Propuesta de solución nudo central. Empotramiento en cabeza de pilar.	116
Fig.136.	Propuesta de solución nudo central. Empotramiento en borde de pilar...	116
Fig.137.	Propuesta de solución nudo central. Losa de solidarización de vigas. ....	117
Fig.138.	Propuesta de solución nudo central. Articulación en cabeza de pilar.....	117
Fig.139.	Esquema de momentos para vigas empotradas en cabeza de pilar .....	118
Fig.140.	Diagrama de momentos para una viga empotrada en cabeza de pilar .....	118
Fig.141.	Tensiones normales en losa maciza. Vigas empotradas en cabeza de pilar .. ..	119
Fig.142.	Diagrama de momentos para una viga empotrada en borde de pilar .....	119
Fig.143.	Tensiones normales en losa maciza. Vigas empotradas en borde de pilar ....	120
Fig.144.	Tensiones normales en losa maciza. Losa de solidarización .....	120
Fig.145.	Diagrama de momentos en vigas para solución de losa de solidarización	121
Fig.146.	Diagrama de momentos viga con losa de solidarización .....	121
Fig.147.	Diagrama de momentos viga empotrada y articulada.....	122
Fig.148.	Diagrama general de momentos viga empotrada y articulada.....	122

Fig.149.	Estado de tensiones de losa maciza en zona de apoyos de vigas .....	122
Fig.151.	Articulación de vigas en pila central .....	123
Fig.152.	Momento de combinación característica para viga con empotramiento en varios vanos. ....	124
Fig.153.	Tanteo inicial de geometría de tendones .....	126
Fig.154.	Cargas de pretensado tanteo inicial de geometría de tendones.....	126
Fig.155.	Balance de cargas tanteo inicial de geometría de tendones .....	127
Fig.156.	Pérdida de cargas tanteo inicial geometría de tendones .....	127
Fig.157.	Esquema de momentos tanteo inicial geometría de tendones.....	128
Fig.158.	Deformaciones forjado Planta 0 .....	130
Fig.159.	Deformaciones forjado plantas -1 y -2.....	130
Fig.160.	Deformaciones forjado planta sótano -3.....	131
Fig.161.	Deformaciones forjado planta sótano -4.....	131
Fig.162.	Datos generales .....	133
Fig.163.	Metodología de cálculo de superficies .....	133
Fig.164.	Bases de cálculo y materiales RFEM Surfaces .....	134
Fig.165.	Características de los materiales.....	134
Fig.166.	Características de superficies .....	135
Fig.167.	Limitación de ancho de fisuras en superficies .....	135
Fig.168.	Cuantías de armadura en superficies .....	136
Fig.169.	Disposición de armaduras en superficies .....	136
Fig.170.	Caracterización armadura longitudinal en superficies .....	137
Fig.171.	Definición de coeficientes para superficies según UNE EN 1992-1-1. RF Concrete Surfaces .....	137
Fig.172.	Resultados de armaduras por superficies. Cuantías .....	138
Fig.173.	Resultados de armaduras por puntos de superficies. Cuantías .....	138
Fig.174.	Comprobaciones para el ELS. Tensiones.....	139
Fig.175.	Datos generales RF Concrete Members .....	141
Fig.176.	Propiedades del material RF Concrete Members .....	141
Fig.177.	Caracterización de secciones .....	142
Fig.178.	Caracterización de apoyos de las barras .....	142
Fig.179.	Definición de características de armadura longitudinal en vigas.....	143
Fig.180.	Caracterización de armaduras transversales en vigas .....	144
Fig.181.	Definición de la disposición de armaduras .....	145
Fig.182.	Definición de armaduras mínimas y limitación de fisuras .....	145
Fig.183.	Resultados. Armadura necesaria por sección.....	146
Fig.184.	Disposición de armado longitudinal por barras.....	146
Fig.185.	Detalle de armado longitudinal de vigas .....	147
Fig.186.	Armado a cortante por barras en vigas.....	147
Fig.187.	Armadura por posición en X dentro de la viga .....	148

Fig.188.	Listado de aceros en vigas.....	148
Fig.189.	Datos generales RF-Columns .....	150
Fig.190.	Definición de materiales RF-Columns .....	150
Fig.191.	Definición de las secciones para estudio de RF Columns.....	151
Fig.192.	Definición de armadura longitudinal RF Columns .....	152
Fig.193.	Definición de armadura transversal RF Columns .....	152
Fig.194.	Disposición de armadura en RF-Columns.....	153
Fig.195.	Definición de coeficientes para superficies según UNE EN 1992-1-1. RF Concrete Columns.....	153
Fig.196.	Definición de parámetros por barras .....	154
Fig.197.	Comprobación de resultados por barras RF-Columns .....	154
Fig.198.	Armadura necesaria por sección .....	155
Fig.199.	Armadura longitudinal existente por barras. Esquema .....	155
Fig.200.	Armadura a cortante existente por barras. Esquema.....	156
Fig.201.	Imagen 3D armado de pilar .....	156
Fig.202.	Geometría de tendón forma tipo 1.....	160
Fig.203.	Diagrama de momentos de pretensado geometría tendón tipo 1 .....	160
Fig.204.	Diagrama de axiles de pretensado geometría tendón tipo 1.....	160
Fig.205.	Diagrama de momentos combinación característica forma 1.....	161
Fig.206.	Diagrama de axiles combinación característica forma 1 .....	161
Fig.207.	Geometría de tendón forma tipo 2.....	162
Fig.208.	Diagrama de axiles de pretensado geometría tendón tipo 2.....	162
Fig.209.	Diagrama de momentos de pretensado geometría tendón tipo 2 .....	162
Fig.210.	Diagrama de momentos combinación característica forma 2.....	163
Fig.211.	Diagrama de axiles combinación característica forma 2 .....	163
Fig.212.	Geometría de tendón forma tipo 3.....	164
Fig.213.	Diagrama de momentos de pretensado geometría tendón tipo 3 .....	164
Fig.214.	Diagrama de axiles de pretensado geometría tendón tipo 3.....	165
Fig.215.	Diagrama de momentos combinación característica forma 3.....	165
Fig.216.	Diagrama de axiles combinación característica forma 3 .....	165
Fig.217.	Geometría de tendón forma tipo 4.....	166
Fig.218.	Diagrama de momentos de pretensado geometría tendón tipo 3 .....	166
Fig.219.	Diagrama de axiles de pretensado geometría tendón tipo 4.....	166
Fig.220.	Diagrama de momentos combinación característica forma 4.....	167
Fig.221.	Diagrama de axiles combinación característica forma 4 .....	167
Fig.222.	Geometría de tendón forma tipo 5.....	168
Fig.223.	Diagrama de momentos de pretensado geometría tendón tipo 5 .....	168
Fig.224.	Diagrama de axiles de pretensado geometría tendón tipo 5.....	169
Fig.225.	Diagrama de momentos combinación característica forma 5.....	169
Fig.226.	Diagrama de axiles combinación característica forma 5 .....	169

Fig.227.	Flecha de viga pretensada .....	173
Fig.228.	Esquema geométrico tendones. Solución final .....	173
Fig.229.	Pérdida de tensiones de tendón. Solución final.....	174
Fig.230.	Esquema de axiles y momentos para combinación característica. Solución final .....	175
Fig.231.	Secciones de viga pretensada. Solución final.....	176
Fig.232.	Sección tipo viga pretensada .....	176
Fig.233.	Sección L= 0,50 m .....	179
Fig.234.	Esquema axil momento sección 0,5 m.....	180
Fig.235.	Sección equivalente para torsión. Sección L=0,50 m .....	181
Fig.236.	Esquema tensión y deformación sección L=0,50m.....	182
Fig.237.	Tensiones a flexotracción sección L=0,50m.....	183
Fig.238.	Sección L=13,50m .....	184
Fig.239.	Esquema axil-momento sección L=13,50m .....	185
Fig.240.	Sección equivalente para torsión. Sección L=13,50 m.....	186
Fig.241.	Esquema tensión y deformación sección L=13,50m.....	188
Fig.242.	Tensiones a flexotracción sección L=13,50m.....	189
Fig.243.	Sección L=24,00m .....	190
Fig.244.	Esquema axil-momento sección L=24,00m .....	191
Fig.245.	Sección equivalente para torsión. Sección L=24,00 m.....	192
Fig.246.	Esquema tensión y deformación sección L=24,00m.....	193
Fig.247.	Tensiones a flexotracción sección L=24,00m.....	194
Fig.248.	Sección final viga pretensada .....	196
Fig.249.	Planta sótano -4. $\sigma_{x+}$ .....	197
Fig.250.	Planta sótano -4. $\sigma_{x-}$ .....	198
Fig.251.	Planta sótano -4. $\sigma_{y+}$ .....	198
Fig.252.	Planta sótano -4. $\sigma_{y-}$ .....	199
Fig.253.	Planta sótano -4. $\tau_{xy+}$ .....	199
Fig.254.	Planta sótano -4. $\tau_{xy-}$ .....	200
Fig.255.	Planta sótano -3. $\sigma_{x+}$ .....	201
Fig.256.	Planta sótano -3. $\sigma_{x-}$ .....	201
Fig.257.	Planta sótano -3. $\sigma_{y+}$ .....	202
Fig.258.	Planta sótano -3. $\sigma_{y-}$ .....	202
Fig.259.	Planta sótano -3. $\tau_{xy+}$ .....	203
Fig.260.	Planta sótano -4. $\tau_{xy-}$ .....	203
Fig.261.	Planta sótano -2. $\sigma_{x+}$ .....	205
Fig.262.	Planta sótano -2. $\sigma_{x-}$ .....	205
Fig.263.	Planta sótano -2. $\sigma_{y+}$ .....	206
Fig.264.	Planta sótano -2. $\sigma_{y-}$ .....	206
Fig.265.	Planta sótano -2. $\tau_{xy+}$ .....	207

Fig.266.	Planta sótano -2. $\tau_{xy-}$ .....	207
Fig.267.	Planta sótano -1. $\sigma_{x+}$ .....	209
Fig.268.	Planta sótano -1. $\sigma_{x-}$ .....	209
Fig.269.	Planta sótano -1. $\sigma_{y+}$ .....	210
Fig.270.	Planta sótano -1. $\sigma_{y-}$ .....	210
Fig.271.	Planta sótano -1. $\tau_{xy+}$ .....	211
Fig.272.	Planta sótano -1. $\tau_{xy-}$ .....	211
Fig.273.	Planta 0. $\sigma_{x+}$ .....	213
Fig.274.	Planta 0. $\sigma_{x-}$ .....	213
Fig.275.	Planta 0. $\sigma_{y+}$ .....	214
Fig.276.	Planta 0. $\sigma_{y-}$ .....	214
Fig.277.	Planta 0. $\tau_{xy+}$ .....	215
Fig.278.	Planta 0. $\tau_{xy-}$ .....	215
Fig.279.	Muros. $\sigma_{x+}$ .....	217
Fig.280.	Muros. $\sigma_{x-}$ .....	217
Fig.281.	Muros. $\sigma_{y+}$ .....	218
Fig.282.	Muros. $\sigma_{y-}$ .....	218
Fig.283.	Muros. $\tau_{xy+}$ .....	219
Fig.284.	Muros. $\tau_{xy-}$ .....	219
Fig.285.	Tensiones normales en muro de planta sótano -3.....	220
Fig.286.	Tensiones tangenciales en muro de planta sótano -3. Vista 1.....	221
Fig.287.	Tensiones tangenciales en muro de planta sótano -3. Vista 2.....	221
Fig.288.	Tensiones normales en sótano -3. Vista muro 3 .....	222
Fig.289.	Planta sótano -4. Armado superior x .....	223
Fig.290.	Planta sótano -4. Armado superior y .....	223
Fig.291.	Planta sótano -4. Armado inferior x .....	224
Fig.292.	Planta sótano -4. Armado inferior y .....	224
Fig.293.	Planta sótano -4. Armado a cortante .....	225
Fig.294.	Planta sótano -3. Armado superior x .....	226
Fig.295.	Planta sótano -3. Armado superior y .....	226
Fig.296.	Planta sótano -3. Armado inferior x .....	227
Fig.297.	Planta sótano -3. Armado inferior y .....	227
Fig.298.	Planta sótano -3. Armado a cortante .....	228
Fig.299.	Planta sótano -2. Armado superior x .....	229
Fig.300.	Planta sótano -2. Armado superior y .....	229
Fig.301.	Planta sótano -2. Armado inferior x .....	230
Fig.302.	Planta sótano -2. Armado inferior y .....	230
Fig.303.	Planta sótano -2. Armado a cortante .....	231
Fig.304.	Planta sótano -1. Armado superior x .....	233
Fig.305.	Planta sótano -1. Armado superior y .....	233

Fig.306.	Planta sótano -1. Armado inferior x .....	234
Fig.307.	Planta sótano -4. Armado inferior y .....	234
Fig.308.	Planta sótano -1. Armado a cortante .....	235
Fig.309.	Planta 0. Armado superior x .....	236
Fig.310.	Planta 0. Armado superior y .....	236
Fig.311.	Planta 0. Armado inferior x .....	237
Fig.312.	Planta 0. Armado inferior y .....	237
Fig.313.	Planta 0. Armado a cortante.....	238
Fig.314.	Planta 0. Detalle pila central .....	238
Fig.315.	Muros. Armado superior X.....	240
Fig.316.	Muros. Armado superior y .....	240
Fig.318.	Muros. Armado inferior y .....	241
Fig.319.	Muro. Armado a cortante.....	242
Fig.320.	Detalle de armado muro planta sótano -3.....	242
Fig.321.	Elección de Normativa de Cálculo.....	245
Fig.322.	Coefficientes retracción y fluencia .....	253
Fig.323.	Etapas de pretensado .....	254
Fig.324.	Esquema vigas de cubierta .....	256
Fig.325.	Esquema de aplicación de viento según CTE. Planta .....	260
Fig.326.	Esquema de aplicación de viento según CTE. Planta .....	260



# 1 Objetivo, Objeto y Alcance

## 1.1 Objetivo

El objetivo del presente Trabajo Fin de Grado es conseguir la graduación del alumno autor del mismo en el Grado de Ingeniería Civil, especialidad Construcciones Civiles. Para ello se elabora un TFG tutorado por Blas González González, profesor del Departamento de Construcciones Arquitectónicas I,

## 1.2 Objeto

Las limitaciones de conocimientos en el cálculo y desarrollo de estructuras singulares suelen condicionar, por norma general, el diseño arquitectónico de numerosos edificios. Por este motivo los arquitectos suelen optar por dos posibles soluciones:

- Condicionar el diseño a las soluciones constructivas y estructurales conocidas, de forma que se opta por tipologías estructurales sencillas que no supongan complicación en el cálculo.
- Externalizar el diseño estructural, de forma que se introducen otros profesionales en la elaboración y el diseño del proyecto que pueden no saber conjugar el diseño estructural con el arquitectónico. En la actualidad existen pocas limitaciones técnicas (que no económicas) para el desarrollo estructural de soluciones singulares, pero esta opción puede acarrear varios inconvenientes que son los siguientes:
  - Riesgo de no optimización de la solución adoptada. El arquitecto puede desconocer proporciones, dimensiones y condicionantes que supone la realización de la opción elegida. Esto puede provocar un incremento de costes excesivos al no tener criterio propio para proyectar.
  - Desacompasamiento del proyecto y la estructura. Este hecho suele ser muy común en proyectos singulares, donde la solución estructural demanda una serie de espesores, dimensiones y elementos auxiliares que no están presentes en el diseño original, pudiendo provocar que la idea de proyecto se diluya al no poderse materializar según se proyectó.

Dicho esto, el objeto primordial de este Trabajo Fin de Grado busca dar solución técnica a la estructura planteada en la estación de autobuses de Pamplona, la cual se

queda fuera del ámbito del conocimiento de arquitectos y sí es propio de ingenieros especialistas. Los principales retos que plantea esta estructura son los siguientes:

- Grandes luces interiores para facilitar el tránsito de vehículos de largo especial. La dársena de autobuses, planteada de forma circular, demanda una distribución de pilares poco densa, con luces de 26,0 m.
- Escasez de juntas de dilatación, retracción y estructurales. Por la tipología de edificio que se plantea, la distribución de juntas propuesta motiva un estudio específico de estos fenómenos y su afección en la estructura.

Con objeto de darle el rigor normativo preciso, se tendrá en cuenta las condiciones normativas que establecen la legislación actual en materia de Código Técnico de la Edificación, EHE-08 y la normativa vigente a fecha de junio de 2016.

### **1.3 Alcance**

El alcance del TFG es la revisión del proyecto constructivo de parte de la Estación de Autobuses de Pamplona, rescatando la idea principal del arquitecto y elaborando un diseño constructivo que esté acorde con el mismo.

También se realizará un estudio de la idoneidad del modelo arquitectónico y de las consecuencias que éste tiene sobre la viabilidad y costes constructivos.

Los resultados que se expondrán consistirán en una diagnosis del proyecto arquitectónico, la viabilidad constructiva del proyecto y se presentarán además unos listados y esquemas de armado que apoyen técnicamente el argumento de cálculo

## 2 Estado del Arte

### 2.1 Método de Elementos Finitos

Las características estructurales del edificio objeto de estudio serán analizadas bajo el método de elementos finitos.

El método de los elementos finitos (MEF en castellano o FEM en inglés) es un método de cálculo utilizado en diversos problemas de ingeniería, que se basa en considerar al cuerpo o estructura dividido en elementos discretos, con determinadas condiciones de vínculo entre sí, generándose un sistema de ecuaciones que se resuelve numéricamente y proporciona el estado de tensiones y deformaciones. También se utiliza en matemáticas como método nodal aproximado para resolver ecuaciones diferenciales en forma numérica.

Es un procedimiento numérico aplicable a un gran número de problemas con condiciones de borde impuestas (en las estructuras las condiciones de borde serían: restricciones y cargas externas). Varios de estos problemas no tienen solución analítica o es muy difícil obtenerla, por lo que se convierte en la única alternativa de resolución. Con este método se pueden

La base del método de los elementos finitos es la representación de un cuerpo por un ensamble de subdivisiones llamadas elementos. Estos elementos se interconectan a través de puntos llamados nodos.

Una manera de discretizar un cuerpo o estructura es dividirla en un sistema equivalente de cuerpos pequeños, tal que su ensamble representa el cuerpo original. La solución que se obtiene para cada unidad se combina para obtener la solución total. Por ende, La solución del problema consiste en encontrar los desplazamientos de estos puntos y a partir de ellos, las deformaciones y las tensiones del sistema analizado. Las propiedades de los elementos que unen a los nodos, están dadas por el material asignado al elemento, que definen la rigidez del mismo, y la geometría de la estructura a modelizar (a partir de las Leyes de la Elástica). Las deformaciones y las fuerzas externas se relacionan entre sí mediante la rigidez y las relaciones constitutivas del elemento. Trabajando en régimen elástico, las ecuaciones que definen el sistema pueden expresarse de forma matricial como se muestra a continuación:

$$[K] \cdot \{\delta\} = \{F\}$$

Dónde:

- $[K]$ : es la matriz rigidez del sistema
- $\{\delta\}$ : es el vector desplazamientos
- $\{F\}$ : es el vector de esfuerzos

## 2.2 Programa de Cálculo RFEM 5.xx

RFEM es un potente programa de análisis de elementos finitos 3D que ayuda al cálculo estructural y a satisfacer las necesidades de la ingeniería moderna. La familia de programas de RFEM está basada en un sistema modular. El programa principal RFEM se utiliza para definir estructuras, materiales y cargas para tanto sistemas de estructuras planas como espaciales compuestas de placas, muros, láminas y barras. La creación de estructuras combinadas así como el modelado de sólidos y elementos de contacto también es posible.

RFEM proporciona deformaciones, esfuerzos internos, esfuerzos en los apoyos, así como también las tensiones de contacto del suelo. Los módulos adicionales facilitan la entrada de datos automática al crear las estructuras, así como también para las uniones, y realizan análisis y diseños avanzados.

## 2.3 Tipologías Estructurales Analizadas

Para dar solución a las necesidades planteadas se optará por las siguientes soluciones técnicas:

- Hormigón pretensado. Con objeto de salvar las luces dispuestas se optará por una solución formalizada con hormigón pretensado. Esta solución además será de carácter hiperestático, ya que la tipología de cálculo empleada permite poder realizar dichos cálculos de manera exacta.
- Hormigón armado. Para el resto de la estructura se optará por una solución clásica estructural

## 3 Diseño Arquitectónico

### 3.1 Ubicación y Emplazamiento

La estación de autobuses de Pamplona se sitúa en un solar de 35.000 m<sup>2</sup> al este del recinto de la Ciudadela, en un espacio verde conocido como la "Vuelta del Castillo", en el centro de la ciudad de Pamplona.

Esta estación se construye para sustituir a la vigente hasta la fecha, construida en 1934 con una tipología de cubierta similar a las estaciones de trenes (Fig.1). Dado que este edificio se había quedado obsoleto, se opta por abordar la construcción de un edificio en las cercanías que modernice los servicios y permita establecer unos servicios de mejor calidad.



*Fig.1. Antigua estación de autobuses de Pamplona*

La nueva estación se ubica en un espacio libre que conforma el ámbito de la Ciudadela, la cual está completamente rodeada de espacios verdes que permiten apreciar el monumento. Por este motivo se diseña una estación de autobuses completamente enterrada salvo la marquesina de acceso de personas (Fig.2), que es el único elemento que sobresale sobre rasante.



Fig.2. Marquesina de acceso nueva estación de autobuses

El plano A01, Localización y Emplazamiento, y el plano A02 Situación, cartografían la ubicación física del edificio dentro de la ciudad de Pamplona.

### 3.2 Idea de Proyecto

Tal como se ha comentado en el apartado anterior, el edificio se ubica en un área verde próxima a la ciudadela, por lo que el proyecto, realizado por los arquitectos Manuel Blasco, Luis Tabuenca y Manuel Sagastume, propone un edificio totalmente enterrado, conformado por 4 plantas bajo rasante de diferentes características, usos y tipologías constructivas.

El único elemento visible desde el exterior es la marquesina de acceso, que se eleva 1 altura a modo de cubo de vidrio, apostando por una reducida cantidad de elementos masivos que la conforman, buscando así la permeabilidad y la discreción que el proyecto reclama. El tratamiento cromático de esta pieza es incluso el mismo que el pavimento que la rodea, quedando mimetizada con el entorno y suponiendo una alteración mínima al conjunto arquitectónico previo.

Dada la complejidad del proyecto, se aprovecha que en el lado norte de la estación se rehabilita el Revellín de la Ciudadela, una serie de muros que quedaron enterrados tras la construcción de unos cuarteles de defensa en el siglo XIX. Esta rehabilitación permite proyectar la apertura al exterior dos plantas de un costero del edificio sin que

tenga repercusión estética en el conjunto, aprovechando así la diferencia de cotas entre los muros y el terreno adyacente (Fig.3). Esta actuación finalmente no se llevó a cabo, permaneciendo el edificio totalmente cerrado al exterior en toda su proyección.



Fig.3. Vista completa del conjunto

### 3.3 Distribución Interior

Para describir el edificio comenzaremos desde la planta superior a la inferior, ya que de esta forma se podrá seguir un orden más lógico y coherente de usos y accesos. Comenzaremos describiendo la Planta nivel 0, correspondiente al acceso desde el exterior, posteriormente se comentará la Planta nivel -1, correspondiente a una entreplanta, el nivel -2, el cual recoge la dársena de autobuses y zonas de acceso para concluir con los niveles -3 y -4 que se corresponden con el aparcamiento subterráneo para vehículos privados.

#### 3.3.1 Planta Nivel 0.

Este nivel se detalla gráficamente en el plano A03. Planta 0, cota +453,00.

Esta planta recoge exclusivamente los accesos peatonales y rodados al edificio. Como se puede observar en el plano, en la parte Este del edificio se disponen, en paralelo a la calle Yanguas y Miranda, el acceso rodado de autobuses y vehículos privados. Para ello se ubican sendas rampas, una de entrada y otra de salida, con dos partes diferenciadas:

- De los 4 carriles que consta cada planta, 2 de ellos, concretamente los exteriores, y con una pendiente del 12%, dan acceso a la dársena de autobuses, y es de uso exclusivo para estos vehículos.
- Los dos carriles interiores, y con una pendiente del 16%, dan acceso a los aparcamientos de vehículos ligeros ubicados en los niveles -3 y -4.

Paralelo a las rampas se sitúa la marquesina de acceso (Fig.4), con una zona rodada para taxis y accesos a la estación a través de escaleras mecánicas, ascensores o escaleras fijas. Su carácter poco masivo busca permeabilizar el entorno y suponer una mínima alteración al conjunto monumental próximo. Está compuesta por una estructura metálica que conforma una cubierta plana que conforma junto con el vidrio de la fachada espacios cerrados de acceso.



Fig.4. Marquesina de acceso. Vista 2

El resto del edificio conforma una cubierta verde sin arboleda para el uso público. No se dispone de ningún tipo de camino ni pavimento, por lo que la ocupación que se prevé del mismo es mínima.

La intencionalidad de esta cubierta es alterar mínimamente el espacio existente, el cual está conformado por prados verdes a distintas alturas según disponen los muros de la Ciudadela.

### 3.3.2 Planta Nivel -1.

Este nivel se detalla gráficamente en el plano A04. Planta -1, cota +448,40.

Esta planta conforma una pequeña zona accesoria del edificio, ya que el siguiente nivel, la planta -2, ocupa una altura superior debido a los condicionantes de

funcionalidad. Se dispone esta zona en la parte norte y este del edificio, conteniendo principalmente:

- La zona administrativa del edificio, donde se ubican los despachos administrativos, cuartos de control, seguridad y los centros de transformación eléctricos. Esta zona es de acceso privado a los trabajadores.
- Una entreplanta para mesas en la cafetería, vinculada directamente con la misma a través de una escalera.
- Salida de emergencia. Se dispone en esta zona una de las salidas de emergencias principales del edificio, que de acceso a la zona norte del mismo. Esta salida no es de uso continuo, quedando limitada para accesos de personal exclusivamente.

### 3.3.3 Planta Nivel -2.

En esta planta se da el uso principal del edificio, y se detalla gráficamente en el plano A05. Planta -2, cota +445,00. Los usos principales son los siguientes:

- Dársena de autobuses. En el centro del edificio se dispone una dársena circular (Fig. 5), alrededor de una pila central que supone una de las bases estructurales principales del edificio. Esta dársena funciona a modo de rotonda, distribuyendo de manera circular los autobuses en 28 aparcamientos y dando solución así a la forma regular del edificio, lo cual no permitía una disposición alargada de entrada y salida como suele ser común en este tipo de construcciones.



Fig.5. Dársena de autobuses

Alrededor de la zona de circulación hay una amplia zona de distribución, donde se deja espacio para el tránsito de los viajeros.

Esta zona es una de las más destacables a nivel de proyecto, ya que la configuración de aparcamientos genera una estructura con unas luces de 26,00m que han de quedar completamente diáfanos. Uno de los objetivos del diseño arquitectónico en esta zona era crear un espacio diáfano y ligero, aplicando un sistema estructural que permita una apreciación casi plana de la cubierta. En el Capítulo 4 se definirán los sistemas constructivos y estructurales propuestos para resolver esta cuestión.

- Zona de Espera. Anexa a la dársena se localiza la zona de espera (Fig. 6). Un espacio rectangular ubicado al norte del edificio, con una amplia zona diáfana amueblada con bancos de aproximadamente 1.100 m<sup>2</sup>. En la parte oeste de la misma se ubica una pequeña cafetería que da acceso y una zona de escaleras correspondiente a los accesos y salidas a los niveles inferiores.

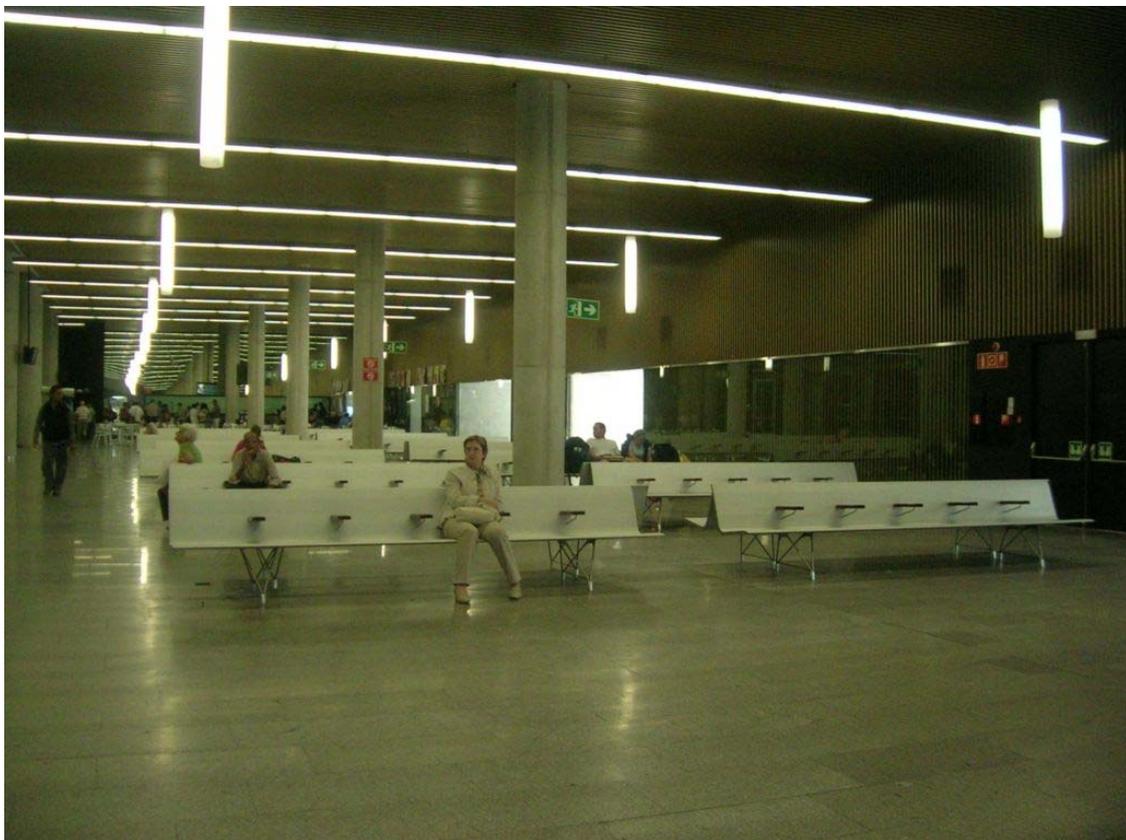


Fig.6. Sala de Espera

- Área Comercial y de Restaurantes. Ubicada en el ala norte del edificio, se dispone de una pequeña área comercial con tres locales exentos.
- Cafetería/Restaurante. Próximo al área comercial se dispone una zona de restaurante, que a su vez se une con la zona de mesas de la planta superior antes comentada.
- Área de administración y taquillas. Ubicada anexa a la zona comercial, con una superficie aproximada de 575 m<sup>2</sup>.
- Área de paquetería y consigna. Dispuesta en la parte cercana a las rampas de acceso, con zonas privadas y de uso público.

- Rampas de Acceso. Las rampas de acceso se disponen en el lateral este del edificio. Está conformada por 4 carriles para cada sentido, dos para vehículos ligeros que comunica con el parking y otros dos que dan acceso a la dársena.
- Aparcamiento de autobuses. En la parte sur del edificio está ubicada una zona privada para el aparcamiento de los vehículos de las compañías de transporte con una capacidad para 24 vehículos, así como un área para la limpieza de los mismos.

### 3.3.4 Planta Nivel -3.

En esta planta se da el uso principal del edificio, y se detalla gráficamente en el plano A06. Planta -3, cota +440,30.

El uso principal de esta zona es de aparcamientos para vehículos ligeros (Fig. 7). El acceso se realiza a través de las rampas descritas en el nivel anterior en la parte este del edificio .A través de dichas rampas se accede a la proyección de la zona de la dársena, que estructura los vehículos de manera radial. En el centro del círculo se dispone el acceso a la planta inferior y también se distribuye a otra zona de aparcamientos que se dispone en la proyección de la parte de aparcamiento de autobuses de la planta superior.



Fig.7. Aparcamiento Vehículos Ligeros

En total se disponen 380 plazas para vehículos, con una superficie de 8.560 m<sup>2</sup>.

### 3.3.5 Planta Nivel -4.

En esta planta se da el uso principal del edificio, y se detalla gráficamente en el plano A07. Planta -4, cota +440,30.

Se trata de una distribución de planta muy similar a la correspondiente al nivel -3, con la misma disposición de vehículos.

### 3.3.6 Alzados y Secciones.

En el Plano A08, Secciones\_1 se dibujan 3 secciones del edificio que son las siguientes:

- **Sección 1.** Define la parte de las rampas de acceso tanto de vehículos ligeros como de autobuses. Se aprecia en esta sección la zona de entrada a la dársena de autobuses y al nivel -3. Destacar la ausencia de pilares en esta zona que determinará una solución estructural particular.
- **Sección 2.** Conformar una sección por la marquesina de acceso, donde se aprecia la permeabilidad comentada a través de la misma, marcada por la premisa de pasar desapercibida, que estructura un conjunto de escaleras, tanto fijas como mecánicas, y ascensores para dar acceso al nivel -2.
- **Sección 3.** Esta sección abarca la parte principal del edificio. Aquí se aprecia la parte central de la dársena, donde se encuentra la pila sobre la que descansa gran parte de la estructura.

En el Plano A09, Secciones\_2 se dibujan 3 secciones del edificio que son las siguientes:

- **Sección 4.** Esta sección muestra la parte de aparcamiento de autobuses, donde se aprecia que la solución estructural elegida para cubrir la luz principal del nivel -2, a la que se une la cubierta vegetal, mediante vigas prefabricadas de artesa sobre las que se dispone una losa de hormigón de 25 cms de espesor. Las plantas inferiores no muestran ningún tipo de elemento a destacar.
- **Sección 5.** Sección longitudinal por la sala de espera. Se puede apreciar en esta sección también que la notoriedad máxima la tiene esta sala, ya que además de no tener la misma proyección en las distintas plantas, tratamos también con una luz de dimensiones considerables que se resuelve con una trama de pilares diáfana en el centro.
- **Sección 6.** Define transversalmente la sección 3, definiendo la solución de cubierta de la zona de la dársena y marcando que el edificio tiene distintas proyecciones según el nivel al que nos refiramos.

En el Plano A10, Secciones\_3 se dibujan 4 secciones del edificio y los únicos alzados reseñables.

Este plano sigue definiendo las distintas secciones y partes que permitan definir el edificio. Cabe destacar la ausencia de fachadas a exterior salvo la marquesina central como ya se ha comentado.

## 4 Diseño Estructural Inicial

### 4.1 Introducción

El proyecto de ejecución del edificio presenta una serie de soluciones estructurales para las distintas áreas del edificio que suponen un catálogo estructural variado y complejo. Si bien estas soluciones no fueron ejecutadas ya que, según los directores de obra, se optó por definir soluciones constructivas tecnológicamente más avanzada que permitiesen una mayor rapidez y sencillez de ejecución.

En este apartado se va a explicar brevemente estas soluciones y los cambios apreciados en el proyecto.

### 4.2 Zonificación Estructural

El proyecto ejecutivo distingue 5 zonas estructurales (Fig.8) según se puede apreciar en el plano A11 Zonificación Estructural cuya nomenclatura se utilizará para ser explicadas en el presente apartado y son las siguientes:

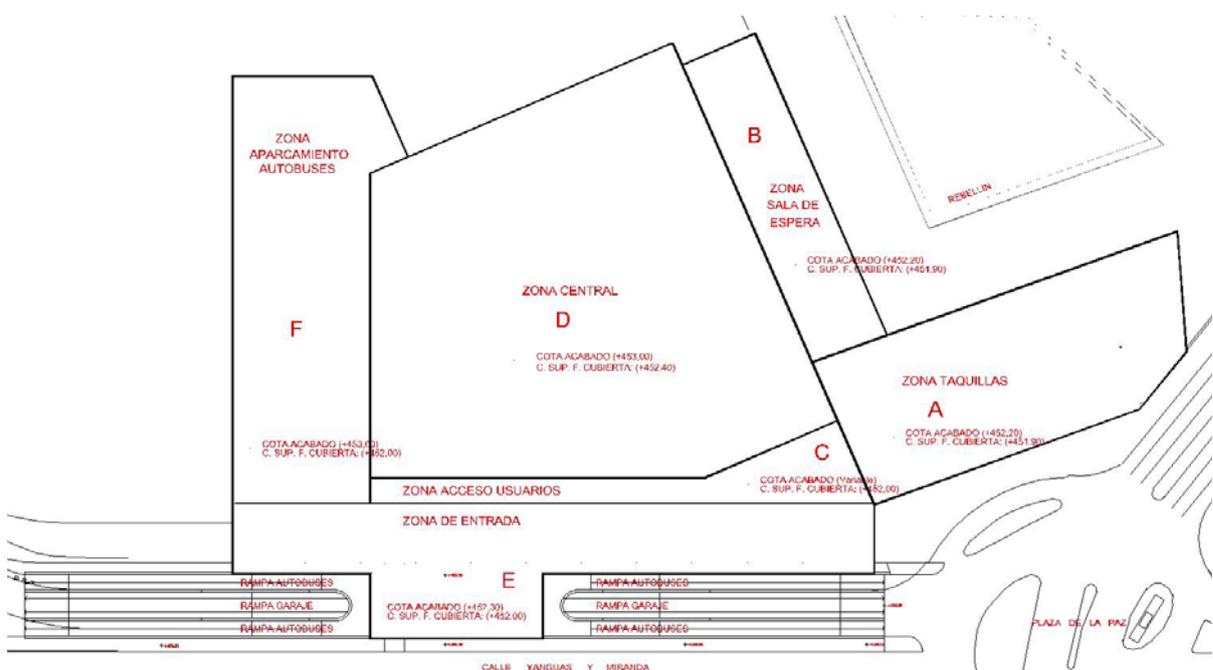


Fig.8. Zonificación Estructural en Planta 0

A esta zonificación en planta hay que añadirle una zonificación en alzado, ya que esta representación sólo es válida para los niveles de cubierta, -1 y -2. A partir de estos niveles hay una zonificación única que se denomina Zona Park según se muestra en la Fig.9:

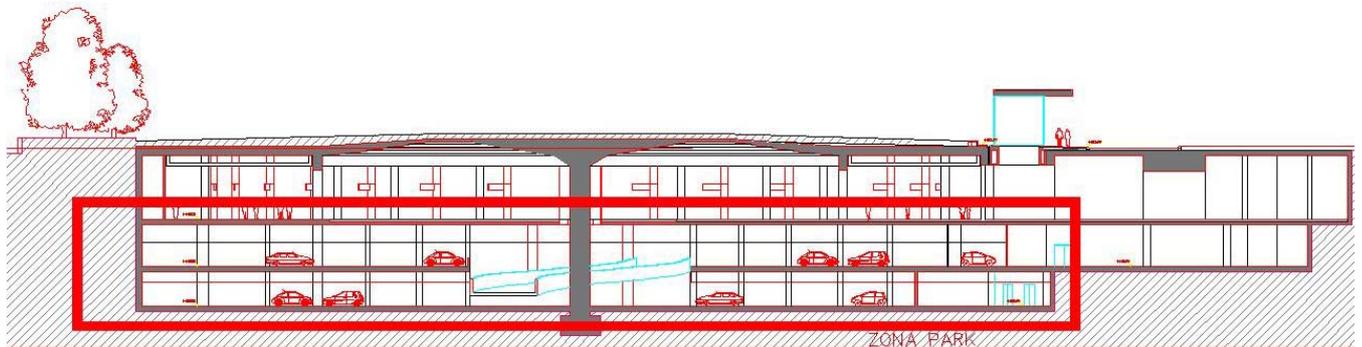


Fig.9. Zona Park

Por tanto, la distribución de zonas es la siguiente:

- Zona Park. Corresponde a la estructura de la zona de vehículos ligeros.
- Zona A. Taquillas
- Zona B. Sala de Espera
- Zona C. Acceso Usuarios
- Zona D. Zona Central.
- Zona E. Zona de Entrada.
- Zona F. Aparcamiento Autobuses.

Como se aprecia no hay una zonificación clara estructural que marque distintos volúmenes, ya que la estructura se divide en diferentes porciones en función de la solución estructural adoptada. Esto tiene cierta lógica ya que en los niveles inferiores, la segmentación estructural se corresponde a la distribución de juntas típicas de forjados reticulares, pero en cambio en la cubierta del nivel -2, el uso del pretensado y otras soluciones particulares provocan la desaparición de dichas juntas, contándose para el cálculo con los esfuerzos de retracción propios de la estructura.

### 4.3 Excavación y Pantallas

Para la ejecución de la excavación y los movimientos de tierra pertinentes se planifica la ejecución de una serie de muros pantalla bien sea por la proximidad de viario público o por la profundidad excesiva de excavación (Fig.10). En la siguiente figura se muestra el esquema que está plasmado en el plano A12. Excavación y Pantallas:

Como se puede apreciar, la configuración de las rampas de acceso se realiza con dos pantallas perimetrales que a su vez servirán para sustentar la formación de las rampas. La Zona A también se ejecutará en su linde con el viario con un muro

pantalla que se extiende debido a la aparición de una nueva cota para mostrar el Revellín, según condiciones de proyecto. Por último, el hueco formalizado por el paralelepípedo que conforma el aparcamiento de autobuses de la zona F también se ejecutará con esta tipología estructural. El resto del perímetro de excavación profunda se excava con taludes naturales debido a las diferencias de proyección entre las distintas plantas, que evita que haya unos cortes verticales superiores a los 15 metros, como ocurriría por ejemplo con la zona F.

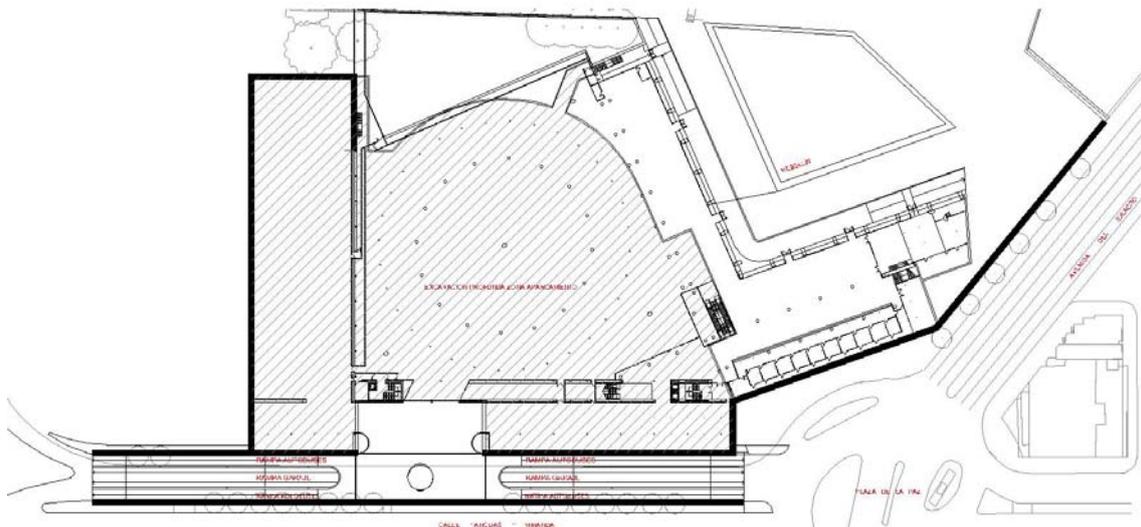


Fig.10. Pantallas y Excavación

#### 4.4 Solución Adoptada Zona Park.

Zona estructural única, que se corresponde con las plantas -4 y -3:  
Cimentación nivel -4 (+435,80) (Fig.11):

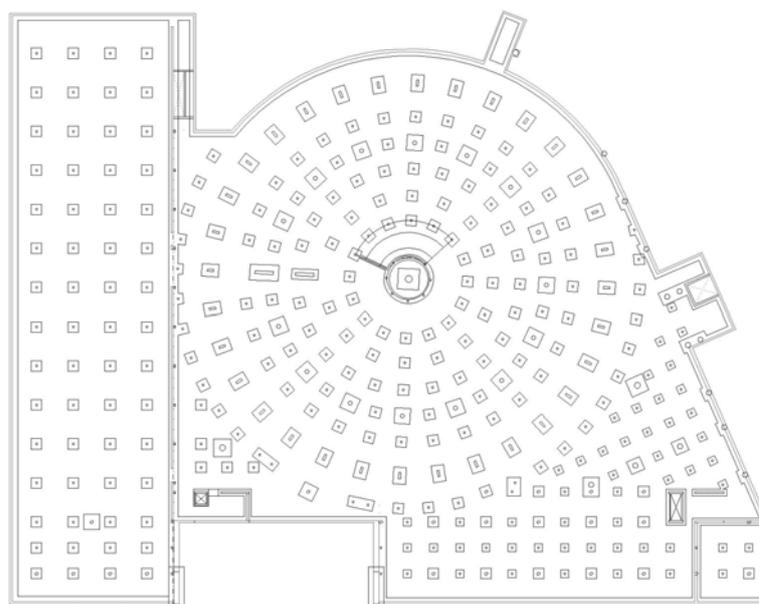


Fig.11. Cimentación zona Park

La cimentación se ejecuta mediante zapatas aisladas en los pilares interiores y mediante zapatas corridas en la base de los muros de cimentación. Dichas zapatas no se presentan arriostradas en ningún plano.

Nivel -3 (+440,20):

Para resolver esta planta se ejecutan dos tipos de forjado diferentes (Fig.12).

- El primero un forjado reticular en la mayor parte del perímetro, de espesor total 35 cm (28+7), con ancho de nervios de 15 cm, casetones aligerados de 60x60 cm y armadura base superior e inferior de  $2\phi 20$ . La capa de compresión dispone un mallazo de  $\phi 8$  c/15 cm.
- El segundo tipo de forjado se ejecuta en la parte inferior, y consta de una tipología peculiar de forjado unidireccional, ya que realmente se trata de una losa alveolar ejecutada in situ. El espesor de dicho forjado es de 35 cm, con dos capas de compresión, una de 5 cm inferior y otra de 7 cm superior. En el interior se dispone un elemento aligerante de 23 cm de espesor formado nervios unidireccionales, con una armadura superior e inferior de  $2\phi 20$ .

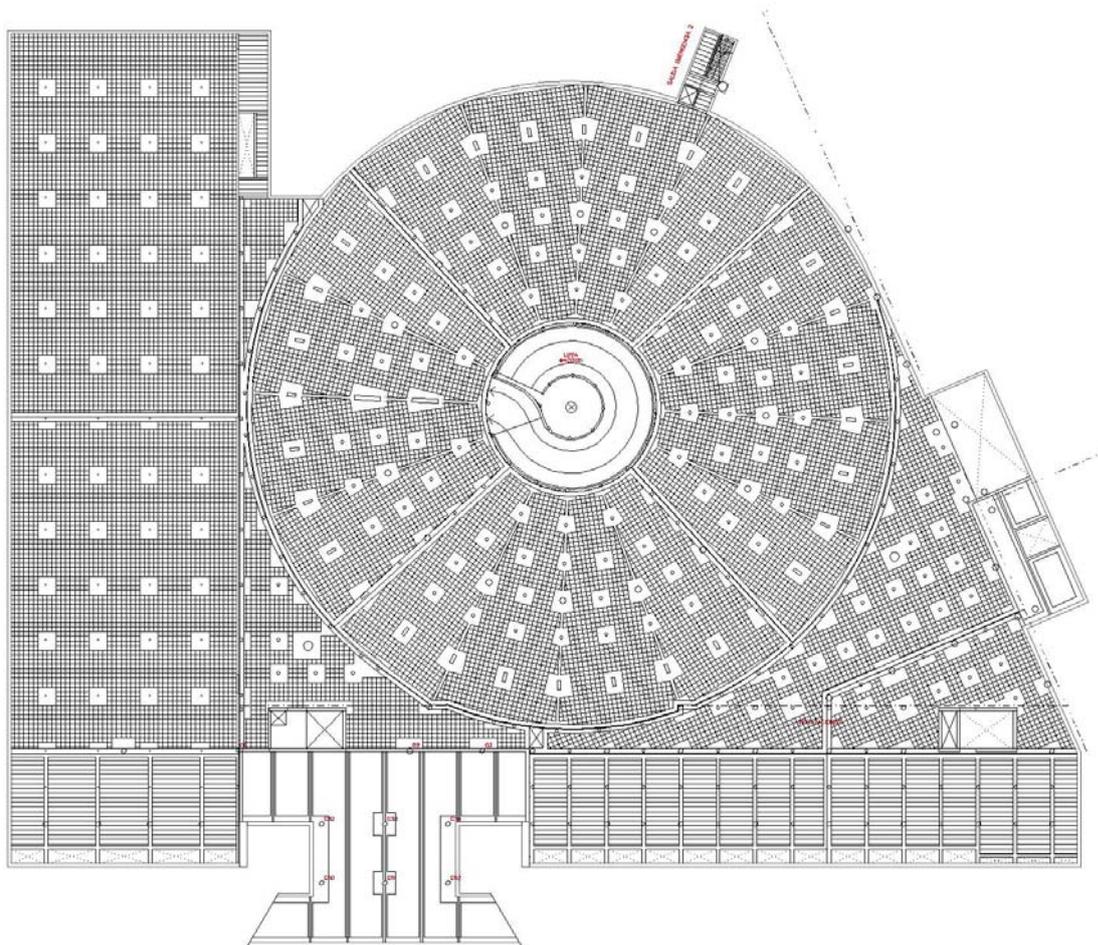


Fig.12. Nivel -3 Zona Park

Se disponen una serie de juntas de dilatación (Fig.13) internas según recomendaciones estructurales, las cuales se formalizan mediante dos zunchos paralelos. Uno de estos zunchos apoya directamente en los pilares, mientras que el otro zuncho se apoya en la formación de ménsula que se crea en la cabeza del pilar, creando un apoyo simple que permite el libre deslizamiento del forjado.

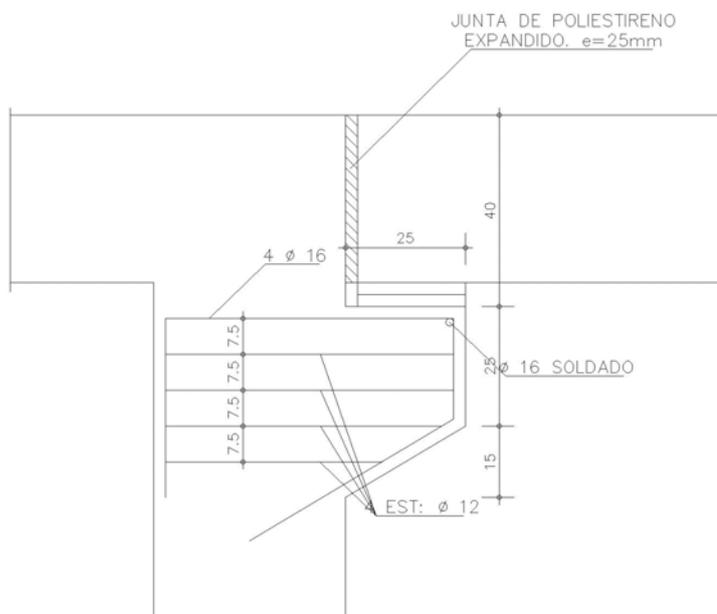


Fig.13. Junta de Dilatación

#### 4.5 Solución Adoptada Zona A.

La zona A, según se puede ver en los planos de distribución, consta de 2 niveles, siendo el intermedio una entreplanta que no ocupa la totalidad del volumen. La solución estructural adoptada es la siguiente:

- Cimentación: Ejecutada con zapatas arriostradas en una dirección. Sobre dichas zapatas se disponen unos enanos que son los que conformarán el arriostramiento en su cabeza. Dicho arriostramiento servirá para el sustento del forjado del nivel -2
- Nivel -2: En este nivel se disponen dos tipos estructurales para conformar el forjado:
  - Forjado de losa alveolar prefabricada de 25 cm + 8 cm de capa de compresión, dispuestas para salvar una luz de 10 m.
  - Forjado alveolar ejecutado in-situ de 30 cm de espesor, el cual al ser in-situ obliga a ser hormigonado en varias partes para su correcta ejecución. Dicho forjado, de 30 cm de espesor, consta de dos capas de hormigón inferior y superior de 5 cm de espesor y la colocación de un aligerante interno de 20 cm.

- Nivel -1: Se utiliza el mismo sistema estructural que en el nivel -2, concretamente el forjado alveolar in situ.
- Nivel 0: Dadas las grandes luces estructurales y la gran sobrecarga debido a la cubierta vegetal, se utiliza para resolver el forjado una losa maciza de 50 cm de espesor postesada con tendones formados por 10 tendones 4C15 dispuestos cada 30 cm en las dos direcciones.

El plano A13 muestra los detalles de los forjados antes referidos.

Respecto a pilares se utilizó una combinación de pilares metálicos y de hormigón. Los pilares metálicos sirven para reducir las luces entre los pilares de hormigón en la zona de entreplanta y los pilares de hormigón son los que definen el volumen principal. Destacar que en el nivel 0, y debido al punzonamiento que provoca el sistema constructivo, se disponen en la cabeza de los pilares un sistema de crucetas que reducen dicho esfuerzo en la losa.

#### 4.6 Solución Adoptada Zona B.

De características similares a la zona A, consta también de 2 niveles, siendo el intermedio una entreplanta que no ocupa la totalidad del volumen. La solución estructural adoptada es muy similar a la anterior zona:

- Cimentación: Ejecutada con zapatas arriostradas en una dirección. Sobre dichas zapatas se disponen unos enanos que son los que conformarán el arriostramiento en su cabeza que sirven para apoyar las placas alveolares.
- Nivel -2: En este nivel se disponen dos tipos estructurales para conformar el forjado:
  - , Forjado de losa alveolar prefabricada de 25 cm + 8 cm de capa de compresión, dispuestas para salvar una luz de 10 m.
  - Forjado alveolar ejecutado in-situ de 30 cm de espesor, el cual al ser in-situ obliga a ser hormigonado en varias partes para su correcta ejecución. Dicho forjado, de 30 cm de espesor, consta de dos capas de hormigón inferior y superior de 5 cm de espesor y la colocación de un aligerante interno de 20 cm.

En este caso, la combinación de estas soluciones se hace para absorber las irregularidades de la planta, utilizándose el sistema mecanizado para la distribución reticular mientras que para el resto de las zonas se dispone el otro sistema.

- Nivel -1. Se utiliza el mismo sistema estructural que en el nivel -2, concretamente el forjado alveolar in situ.
- Nivel 0. Dadas las grandes luces estructurales y la gran sobrecarga debido a la cubierta vegetal, se utiliza para resolver el forjado una losa maciza de 50 cm de espesor postesada con tendones formados por 10 tendones 4C15 dispuestos cada 30 cm en la dirección longitudinal

El plano A1\_A13 muestra los detalles de los forjados antes referidos.

En los pilares de cubierta se vuelven a disponer las crucetas para el punzonamiento de la estructura.

#### 4.7 Solución Adoptada Zona C.

La zona C supone la zona de acceso de la estación. Estructuralmente esta zona se apoya sobre la Zona Park, abarcando los forjados del nivel -1, nivel 0 y cubierta de la marquesina. La solución adoptada es la siguiente:

- Nivel -1: Se disponen 2 tipos de forjados:
  - Para la entreplanta destinada a la zona de vigilancia y control de la estación se dispone un forjado tipo estructura mixta compuesto por perfiles metálicos y una losa de hormigón. Se dispondrán pernos soldados a las alas superiores de las vigas y que quedarán embebidos en la losa de hormigón de 20 cm de espesor, con un armado base formado por dos parrillas, una inferior de  $\phi 10$  c/30 cm y una superior de  $\phi 8$  c/30 cm.
  - Para la parte de escaleras se utiliza un forjado alveolar ejecutado in-situ de 30 cm de espesor, el cual al ser in-situ obliga a ser hormigonado en varias partes para su correcta ejecución. Dicho forjado, de 30 cm de espesor, consta de dos capas de hormigón inferior y superior de 5 cm de espesor y la colocación de un aligerante interno de 20 cm.
- Nivel 0. El tipo de forjado que se utiliza es de nuevo un forjado alveolar in situ de 60 cm de espesor (Fig.14). Dado que es complicado de describir por ser poco usual se muestra a continuación la sección del mismo:

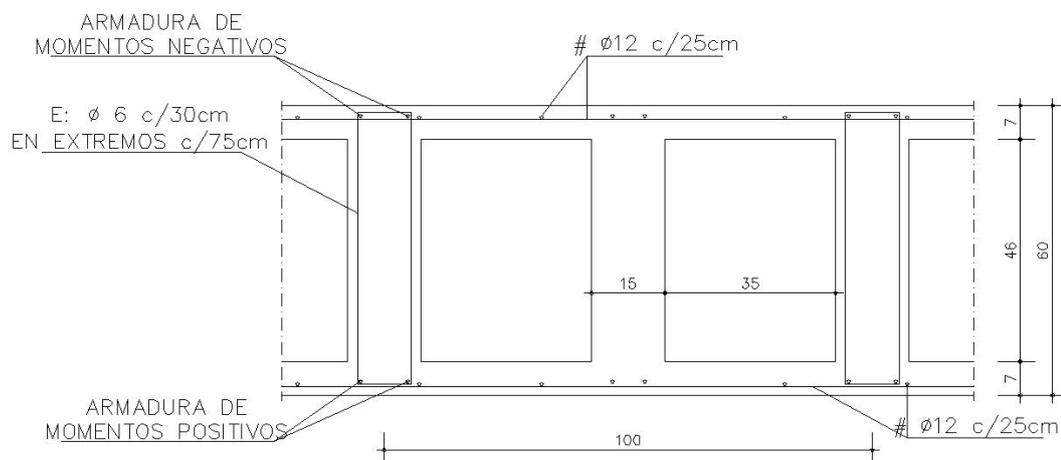


Fig.14. Sección Forjado

Se formalizan nervios cada 100 cm y a su vez se coloca un nervio intermedio macizado de hormigón.

- Nivel 1. Se corresponde con el forjado que cubre el acceso al edificio. Estructuralmente se compone de una retícula de pilares metálicos HEB 200 que se distribuyen a lo largo de la planta para sustentar una losa maciza de hormigón armado postesado de 40 cm de espesor con un armado formado por una parrilla superior e inferior de  $\phi 12$  c/20 cm. El pretensado se realiza en el sentido transversal a lo largo de toda la sección, disponiendo de 2 cordones de 15 cada 30 cm. En sentido longitudinal se dispone también pretensado para formalizar los vuelos laterales, que arrancan desde una pantalla y también para suplir la armadura de la losa en el vano central. Se disponen en esta zona tendones formado por 5 cordones de acero cada 30 cm.

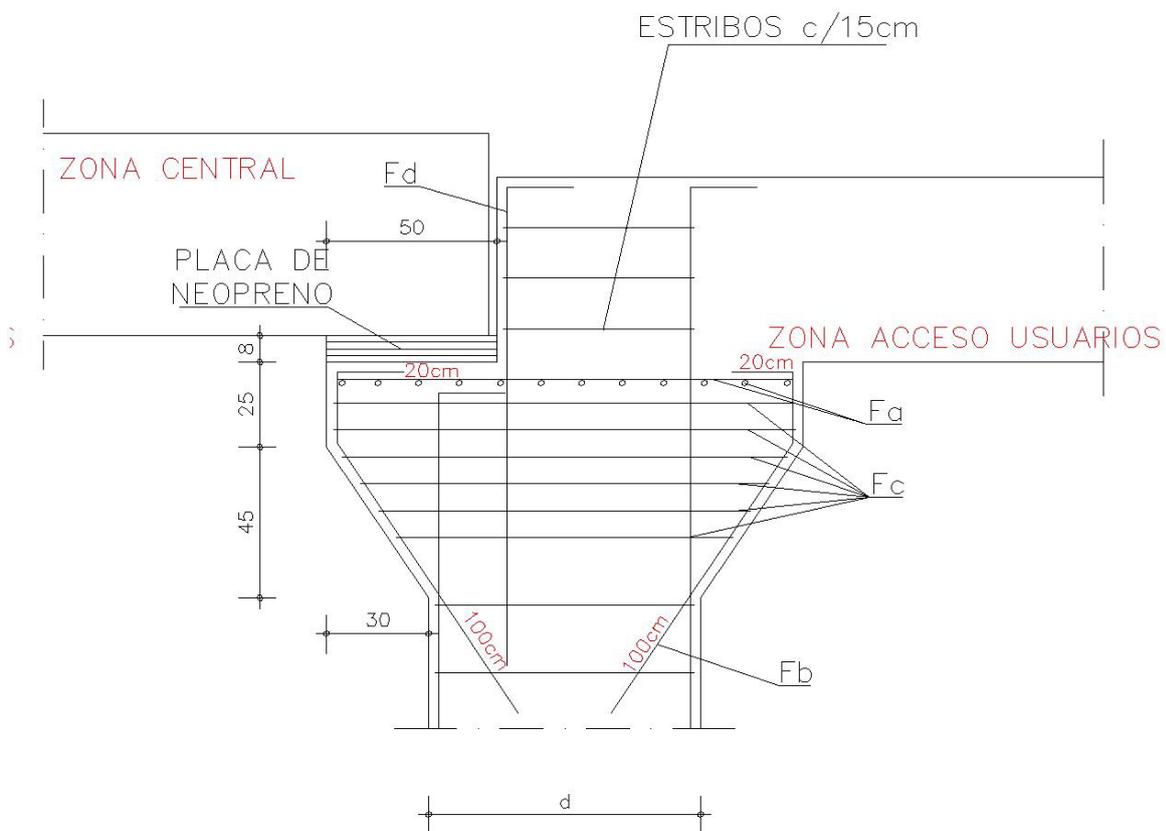
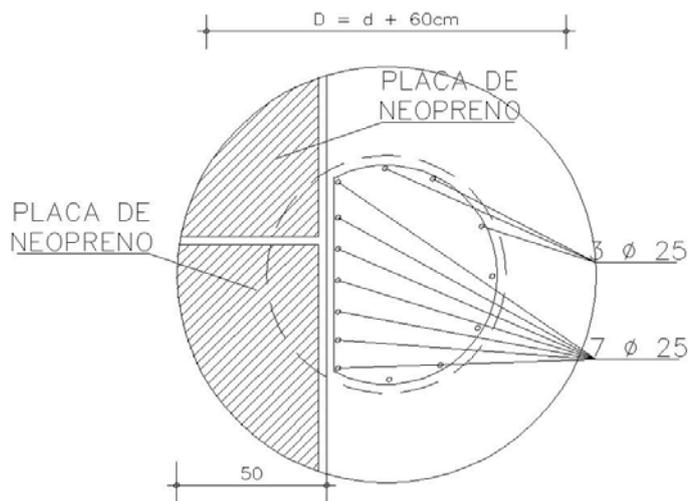


Fig.15. Detalle Junta de dilatación pilares

La formalización de las juntas de dilatación (Figs.15 y 16) se realiza aumentando los pilares en el encuentro de los forjados y realizando el apoyo simple de uno de dichos forjados. Como ejemplo se muestra el siguiente detalle:



#### 4.8 Solución Adoptada Zona D.

La zona D es la parte estructural más compleja del edificio, ya que alberga unas luces y cargas por la cubierta vegetal que hacen que la solución propuesta tenga una complejidad elevada.

La cubierta de la dársena se plantea como dos elementos diferenciados que son los siguientes:

- Zona central. (Fig.17) Losa maciza de canto variable que se apoya exclusivamente en el pilar central.
- Zona perimetral. Resuelta mediante losas alveolares ejecutadas in-situ con un entramado de viga y un vuelo en la parte central que termina por apoyarse en la zona central.

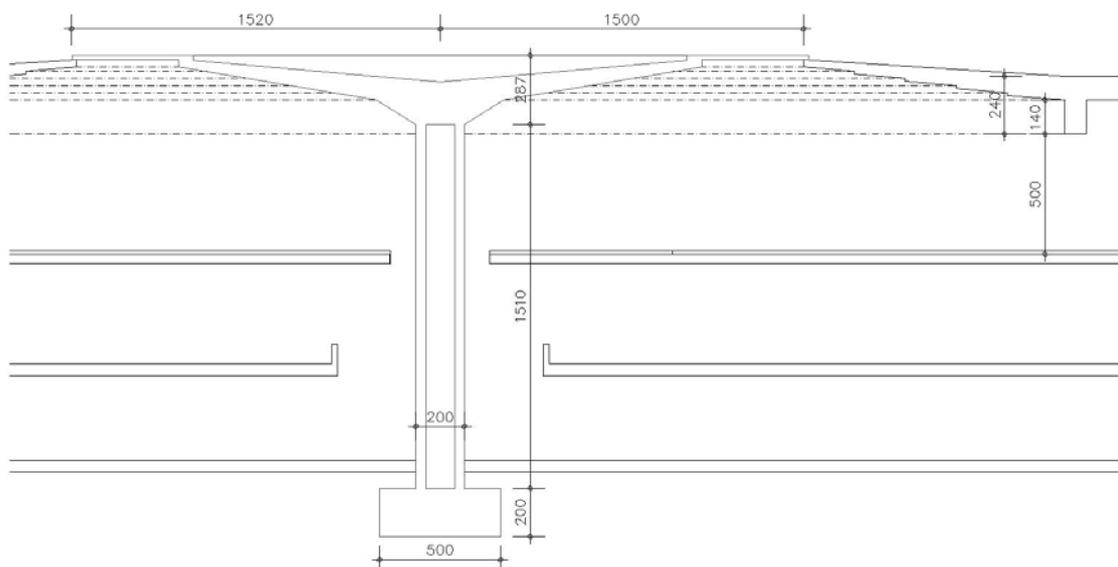


Fig.17. Sección Zona Central C

Como se observa en la Fig. 18, la zona central se resuelve mediante una pila de hormigón mixto sobre la cual se coloca una losa con una serie de vigas de canto variable.

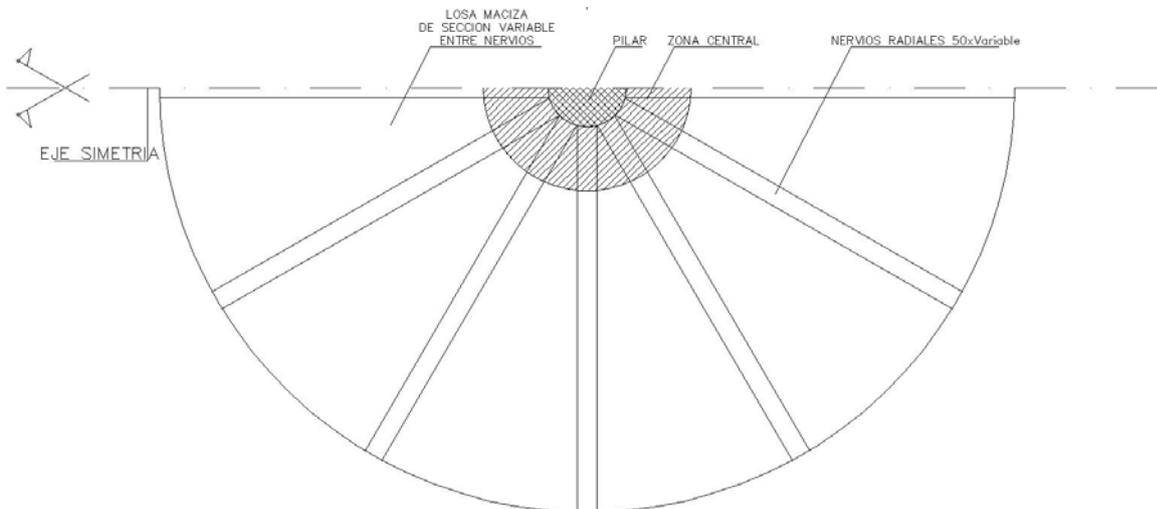


Fig.18. Planta de Losa Central

La función de este capitel pasa por crear una especie de “cúpula central” casi planta, marcando una zona escalonada que en la parte central es plana.

Estructuralmente se resuelve la sección según la Fig.19:

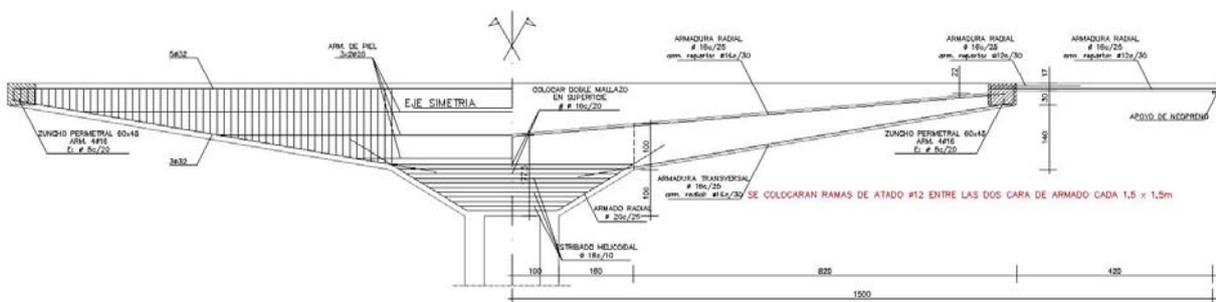


Fig.19. Armado de Capitel

Se ha de apreciar que el vuelo finalmente se apoyará sobre el voladizo de la zona central. Este tipo de soluciones se han aplicado en puentes, aprovechando que los momentos flectores tanto en la zona del zuncho como en la del apoyo serán de valor igual a cero.

La zona perimetral se estructura mediante un sistema de vigas que delimitan zonas de losas alveolares ejecutadas in situ con canto constante y armado variable en función de la zona. El sistema de vigas se muestra en la Fig. 20.

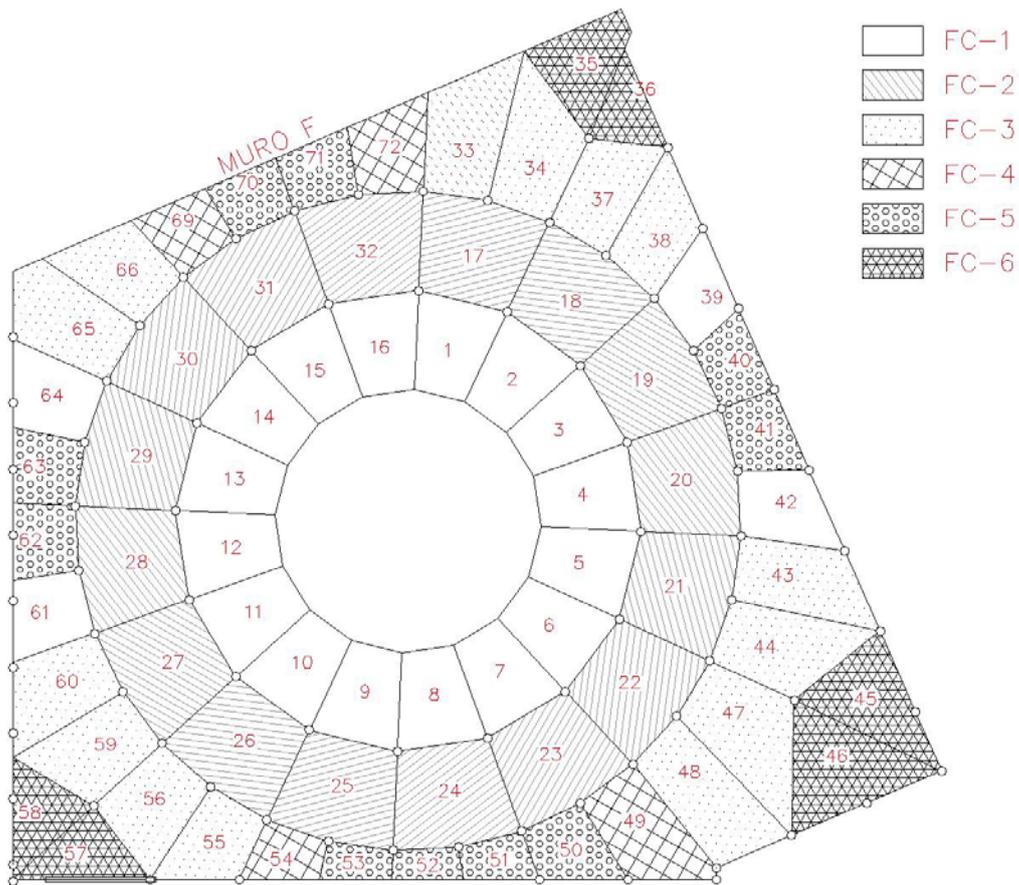


Fig.20. Planta de zona perimetral

Se propone una estructura conformada por vigas que unen los distintos pilares de la planta, de forma que las zonas numeradas del 1 al 16 quedan en voladizo unidas en la corona central por un zuncho. Estas vigas son a su vez invertidas, de forma que no se aprecie en el techo ningún tipo de resalto (Fig.21) y se solventen las necesidades de la estructura en cuanto a cantos se refiere.

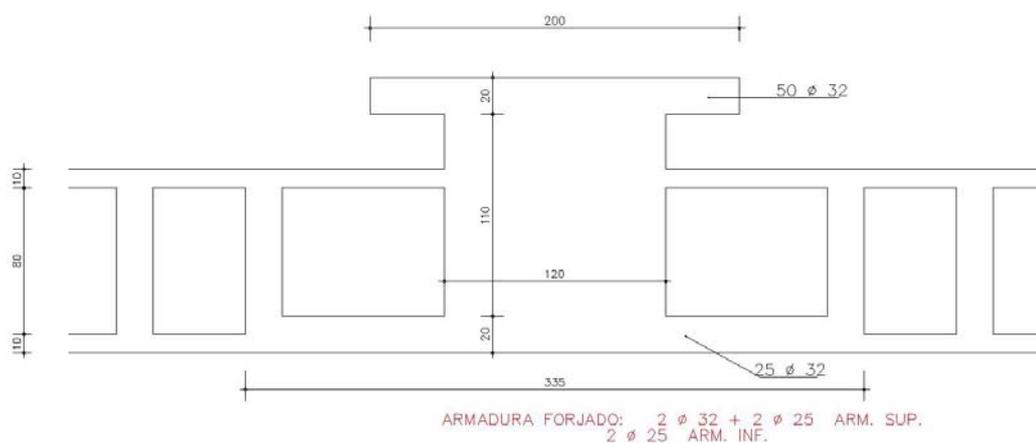


Fig.21. Viga Invertida

Entre las vigas se disponen losas aligeradas in situ con canto y armado variable según se muestra en la figura 22.

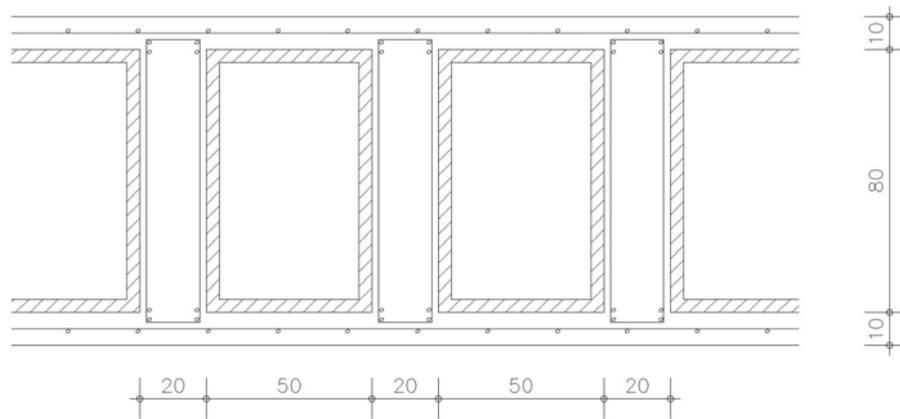


Fig.22. Canto de Losa Genérico

El armado como se ha comentado varía en función de la posición de dichas losas. En cambio, para formalizar el vuelo se disponen una serie de losas de canto variable con la estructura dibujada en la Fig.23:

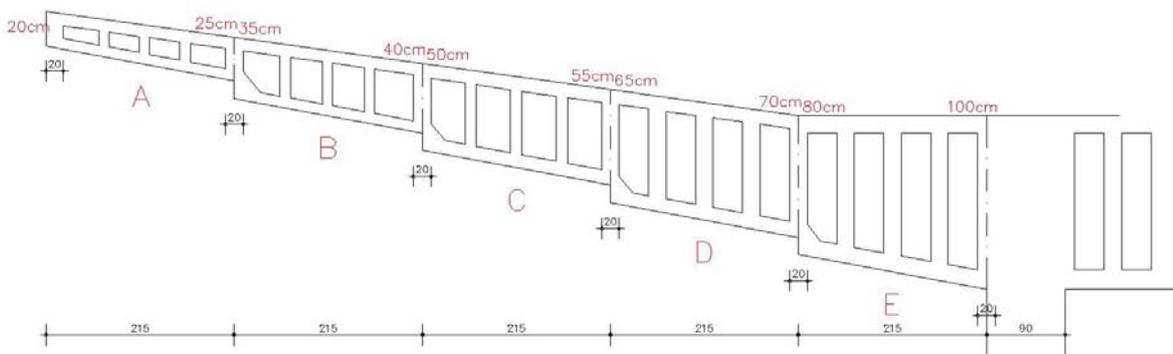


Fig.23. Sección Vuelo Canto Variable

Cabe destacar que la estructura se apoya en los pilares mediante una junta de neopreno, de forma que no se introducen fuerzas de retracción en los mismos.

#### 4.9 Solución Adoptada Zona E.

La zona E abarca la parte de la cubrición de las rampas de garaje, zona de taquillas y área de entrada. Distinguimos por tanto 3 partes principales:

- Forjado Nivel 0. (Fig.24) Este forjado construye la parte de calle y formaliza el hueco de las rampas, permitiendo debajo de él el reparto de los autobuses a la dársena, la entrada y la salida. Por este motivo no se pueden disponer pilares intermedios para soportarlo, así que la solución constructiva pasa por formalizar una estructura tipo puente que se apoya en dos estribos centrales y en las pantallas y pilares laterales que conforman el hueco de la rampa.

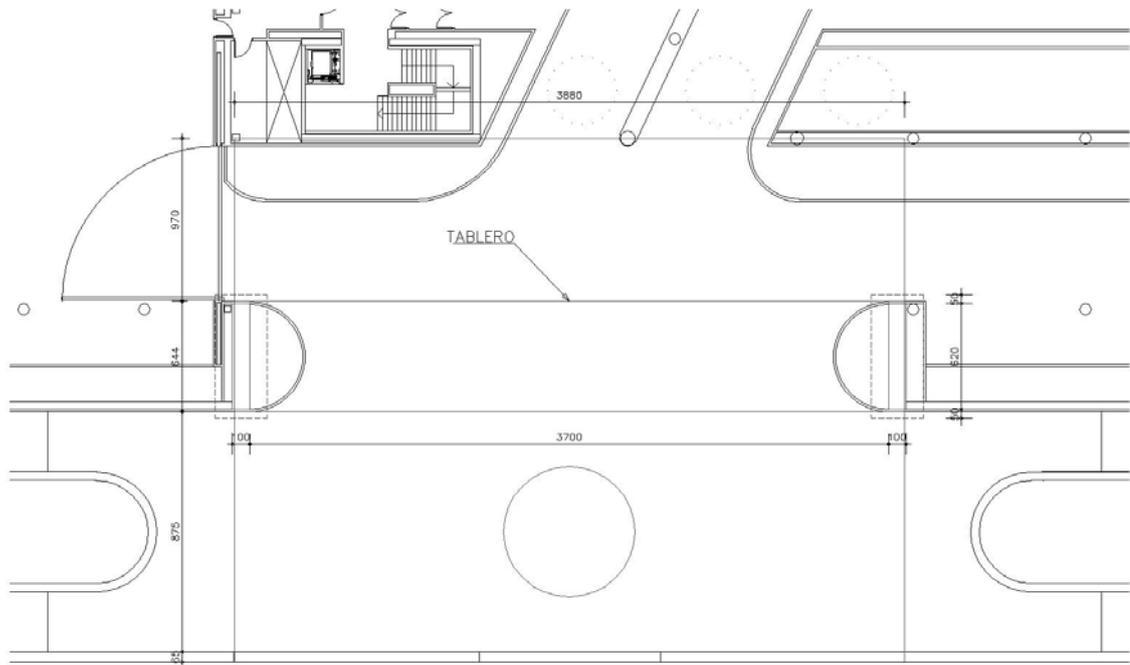


Fig.24. Planta del forjado Nivel 0

Como se aprecia en la Fig.25 se dispone de una viga central apoyada en los dos estribos laterales formada por un tablero de 2,10 m de canto. Este tablero a su vez está aligerado y pretensado para poder salvar los 37 m de luz que separan los estribos. A su vez este tablero sirve de apoyo a las dos losas aligeradas laterales de 60 cm de espesor. La sección de dicho tablero se muestra en la figura 22.

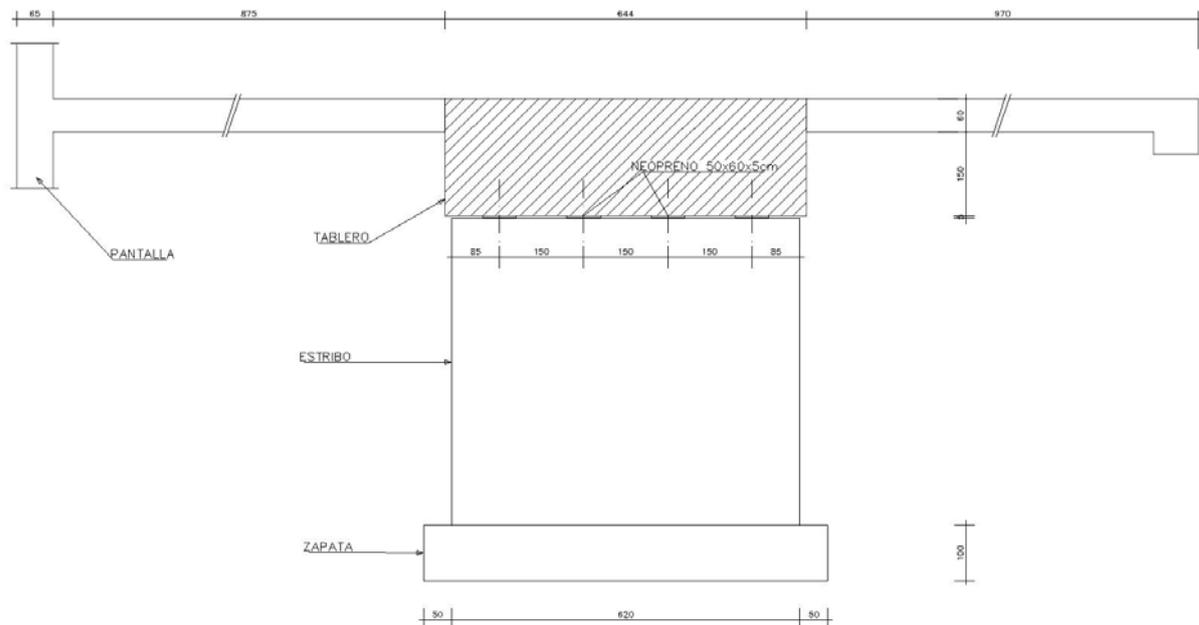


Fig.25. Sección del forjado Nivel 0

En la figura 26 se puede apreciar la distribución de los distintos tendones que se disponen de forma longitudinal en la estructura, además de los encuentros con pantalla y pilares:

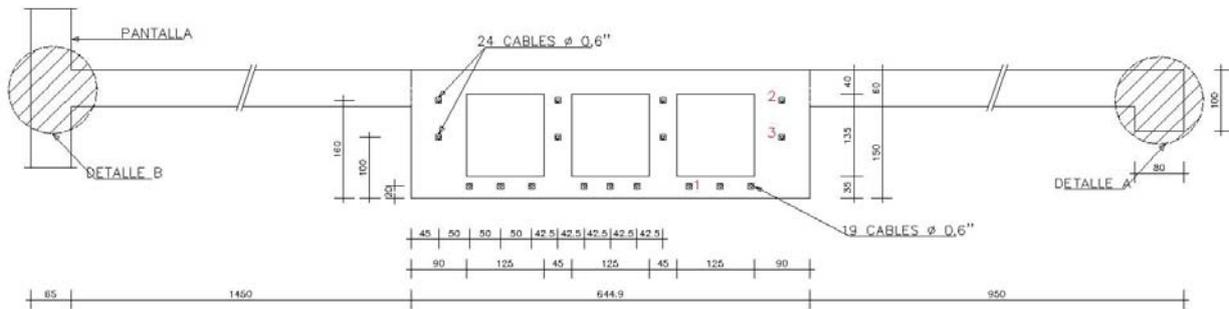


Fig.26. Sección del forjado Nivel 0

Entre la zona anteriormente descrita y la zona C se encuentran una serie de forjados que se caracterizan por estar ejecutados mediante una losa de hormigón aligerado cuya sección tipo se dispone en la Fig.27:

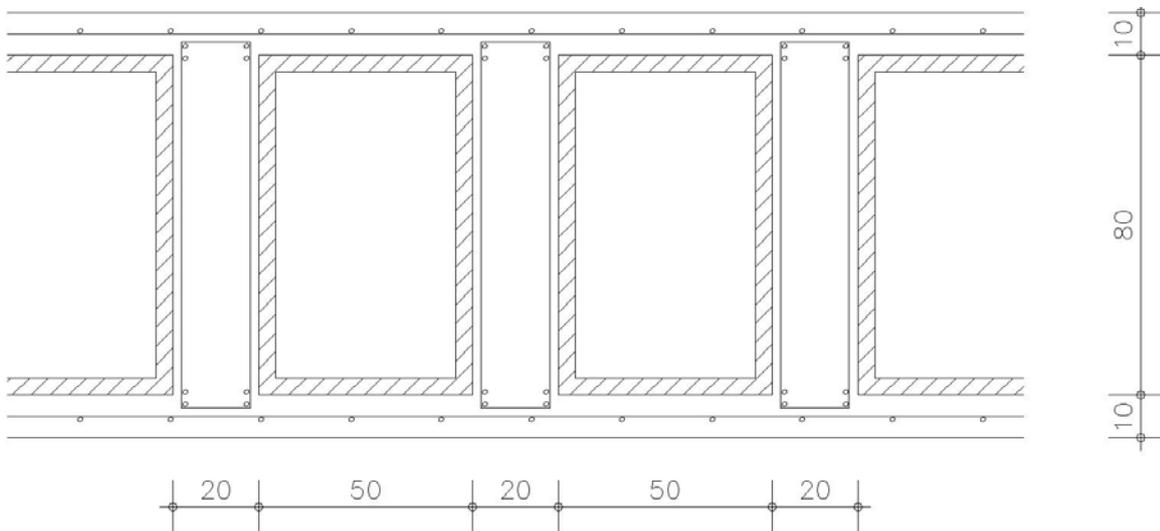


Fig.27. Sección tipo de forjado

#### 4.10 Solución Adoptada Zona F.

Esta última zona se dispone para la cobertura del aparcamiento de autobuses. Como las otras, uno de los principales retos que se plantea es cubrir una gran luz con las cargas elevadas que genera la cubierta vegetal.

La solución estructural pasar por la disposición de una serie de vigas pretensadas de tipo cajón sobre las cuales se disponen una serie de losas macizas de hormigón siguiendo el esquema de la Fig.28.

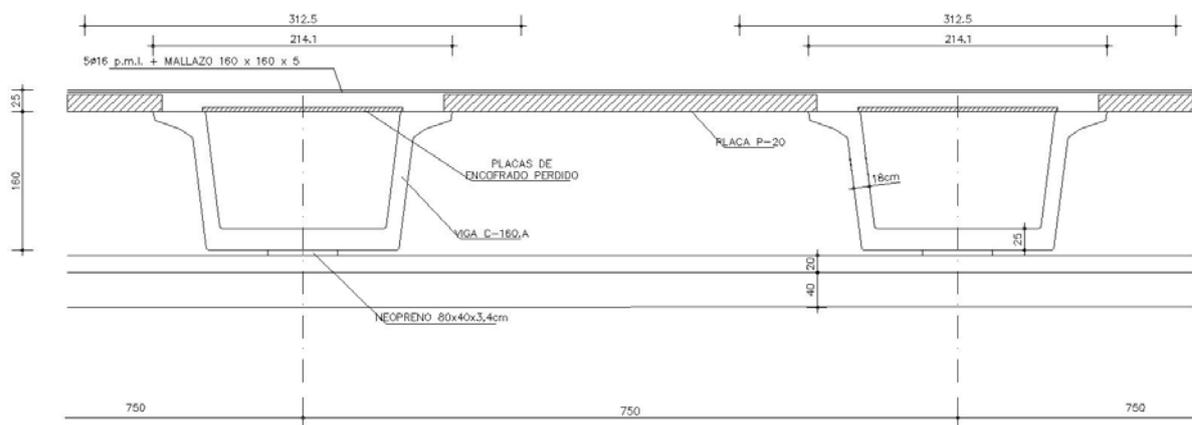


Fig.28. Sección tipo zona F

Como se aprecia se dispone sobre las ménsulas de los pilares y muros unas vigas en "U" de 30 m de longitud pretensadas. Una vez ejecutadas se coloca para cerrar el hueco interior una placa a modo de encofrado perdido y entre una viga y las colindantes se dispone una placa alveolar prefabricada según la Fig.29, que actúa además como encofrado.

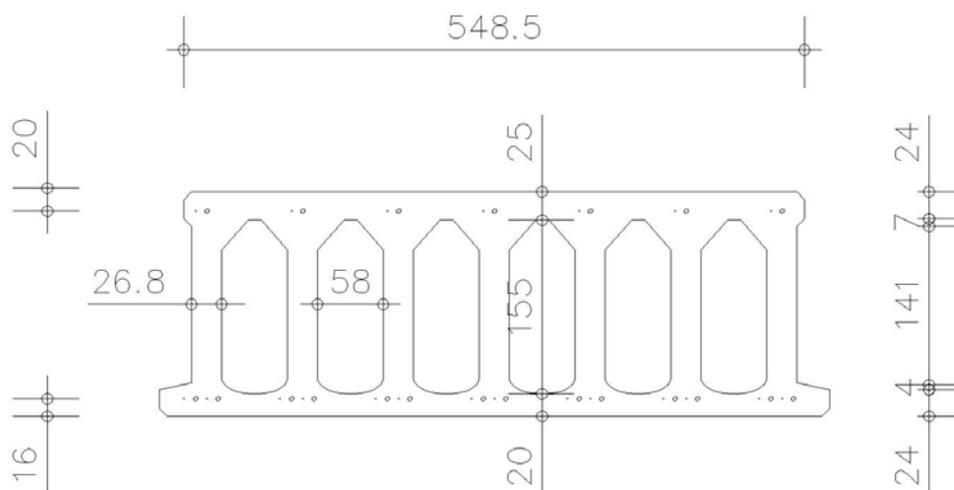


Fig.29. Sección losa alveolar prefabricada zona F

#### 4.11 Conclusiones.

Como se puede apreciar, la solución estructural que se adopta para el edificio presenta multitud de soluciones constructivas, desde piezas prefabricadas, forjados aligerados in situ y losas macizas.

Esta gran variedad de soluciones puede complicar en exceso la construcción e incluso ralentizarla, ya que muchos de estos elementos tienen formas de ejecución muy tediosas y complicadas.

Los forjados aligerados in situ son un claro ejemplo de ello. Constructivamente la ejecución de este sistema se realizaría colocando primero un encofrado general sobre el que se disponen las armaduras inferiores así como los cercos de los nervios. Una vez ejecutado se hormigona la capa inferior. Concluida esta parte se colocan los elementos aligerantes en los huecos previstos, así como el armado superior. Finalizada esta parte se procede a hormigonar el resto del conjunto. Este proceso puede dar problemas ya que se pueden mover las piezas aligeradas durante la ejecución, pudiendo incluso ser conveniente un tercer hormigonado intermedio rellenando los nervios sin ejecutar la armadura superior.

A modo personal y al igual que posiblemente opinaron los responsables de la ejecución de esta obra, estos sistemas propuestos no están técnicamente avanzados y pueden suponer una parte muy importante del tiempo de ejecución de la estructura.

Queda patente que la externalización del diseño estructural, condicionado por algunas trazas estéticas y condicionantes han generado un catálogo de construcción estructural bastante complejo. Es tarea del presente Trabajo Fin de Grado el análisis del diseño estructural para dar una respuesta óptima y adecuada a este proyecto.

## 5 Diseño Estructural Final

### 5.1 Modificaciones al Proyecto Original

No se tienen demasiados datos del devenir de la obra una vez fue adjudicada para su construcción, por lo que se limitará este capítulo a narrar las principales modificaciones que se han apreciado tras realizar una visita al edificio. Esta visita sólo fue como usuario, sin posibilidad de entrar a las áreas restringidas y zonas limitadas de la estación.

Se cree que, según se comenta en el apartado anterior, la complejidad constructiva estructural, sumada al plazo de ejecución necesario para llevarlo a cabo y al coste de ejecución se tuvo que plantear una modificación sustancial del proyecto de licitación.

Cabe destacar fundamentalmente el cambio radical en el diseño estructural, que ha ocluido totalmente el diseño arquitectónico previsto inicialmente. Estos cambios se concretarán en los siguientes apartados

#### 5.1.1 Aparcamientos planta nivel -4 y -3

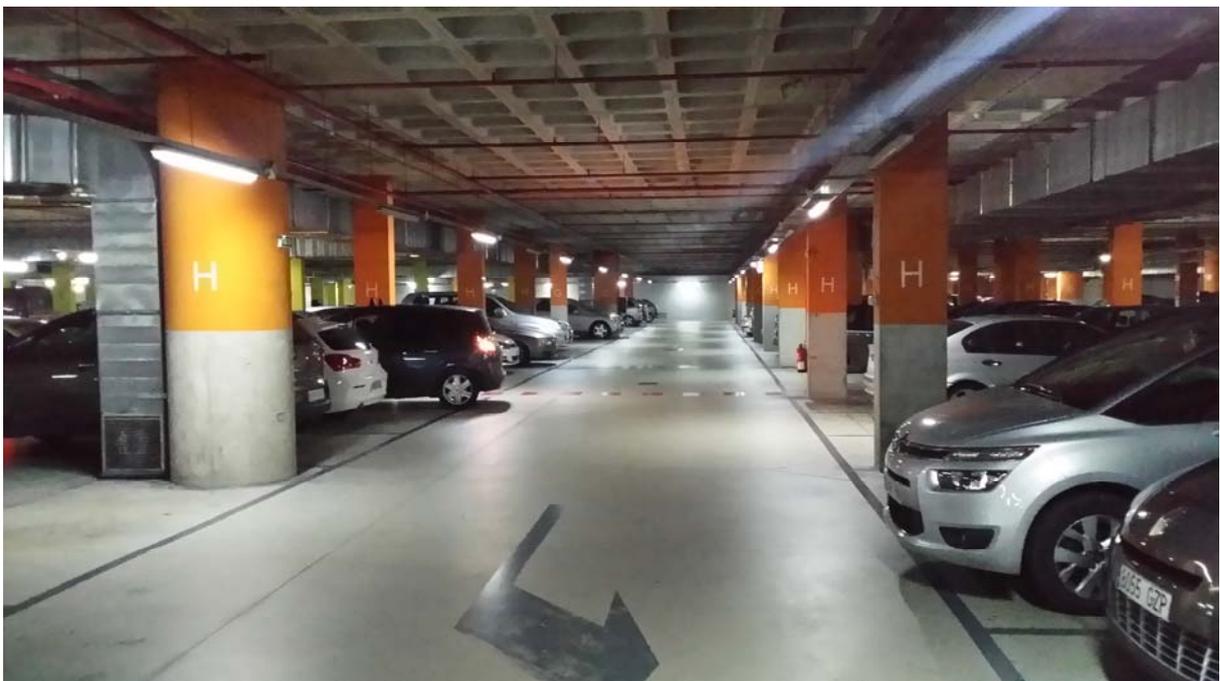


Fig.30. Aparcamientos sótano -3

La modificación principal que ha sufrido esta zona es la eliminación del nivel -4. Limitándose el nivel de aparcamientos al nivel -3 (Fig.30), que a su vez ha cambiado de forma. Inicialmente la proyección de la planta de este nivel no coincide con la del nivel -2, adoptando una forma común para todas las plantas y eliminando así futuros puntos críticos que se comentarán en el Capítulo 20.

Se ha eliminado por tanto la distribución circular de la planta de aparcamiento, estableciéndose vías de circulación rectas en una planta mucho más diáfana, que se resuelve con una retícula de pilares de 7,5m x 7,5 m. Dentro de esta retícula se insertan los pilares de la planta superior, que no cuadran con esta distribución y suponen puntos singulares.

### 5.1.2 Dársena planta sótano -2

La parte de la dársena era la zona estructural más singular. Si bien en el Capítulo 4 se describe de forma detallada cómo salvar la luz de 26 m existente, el sistema constructivo empleado consta de unas vigas de gran canto apoyadas en la pila central. Sobre esta viga se coloca una losa de hormigón. Se ha eliminado por tanto la idea de proyecto acerca de crear una superficie casi plana (ligeramente curvada) y mucho más liviana que la llevada a cabo.

Estas vigas se apoyan sobre una primera corona de pilares (Fig.31), que a su vez se arriostran con una viga perimetral de igual canto que las vigas principales.



Fig.31. Estructura Dársena autobuses

La distribución de pilares sí es similar a la planta nivel -2 prevista inicialmente. Se puede apreciar que hay poca densidad, fijando elementos puntuales de mucha potencia inicial.

El nudo central (Fig.31) supone un empotramiento bastante rígido, donde se unen las distintas vigas y se apoyan de forma empotrada sobre la pila.



Fig.32. Pila central

Dado que se pierden las proporciones, a modo de escala aparezco en la foto para establecer una referencia de 2 metros. De aquí se pueden extraer que la pila central tiene un diámetro aproximado de 3 m y las dimensiones de las vigas son, aproximadamente de 0,90 x 1,80 m. Las caras laterales de las vigas no son ortogonales a la base, por lo que visualmente no se aprecia claramente la proporción.

El resto de la estructura de cubrición es una losa maciza sin aparentemente un distribución de vigas (Fig.33 y 34). No se ha podido apreciar bien ya que hay un falso techo que tamiza la visión.



Fig.33. Dársena de autobuses



Fig.34. Dársena Autobuses 2

### 5.1.3 Nivel -1

La proyección del nivel -1 (Fig. 35) es actualmente mucho mayor a la prevista. Inicialmente. En este sentido se elimina uno de los problemas principales que planteaba esta zona y que se describe en el Capítulo 20, donde se especificaba que esta zona en concreto presentaba una densidad de pilares muy baja y que obligaba a tener que disponer algún soporte nuevo.



Fig.35. Zona de Espera

#### 5.1.4 Nivel 0

Respecto a la terminación en el nivel 0 se ha mantenido la idea inicial de proyecto quizás por el gran condicionante que supone al entorno. Al estar tan próximo de la Ciudadela, considerada como Patrimonio de la UNESCO, se ha mantenido la mimetización total con el entorno, ajardinando la cubierta (Fig.36).



Fig.36. Exteriores

## **5.2 Conclusiones**

Este TFG pretende demostrar que es posible, realizando un diseño estructural adecuado al diseño arquitectónico, mantener la concepción inicial del proyecto, modificando las partes que no afecten a este diseño y que sirvan para conservar la funcionalidad del edificio.

## 6 Delimitación Zona de Estudio

### 6.1 División de zonas

El criterio tomado para la subdivisión interna del edificio varía sustancialmente de la división estructural planteada en el proyecto inicial. Se pasa de una serie de juntas estructurales variables según las plantas, distinguiendo una juntas en los niveles -3 y -4 que no se corresponden con los niveles superiores, a una división completa de los módulos totalmente vertical, diferenciando así tipologías estructurales diferentes y asociando elementos con criterios similares que se comporten de manera homogénea estructuralmente hablando.

Las zonas se muestran en la Fig.37, y son las siguientes:

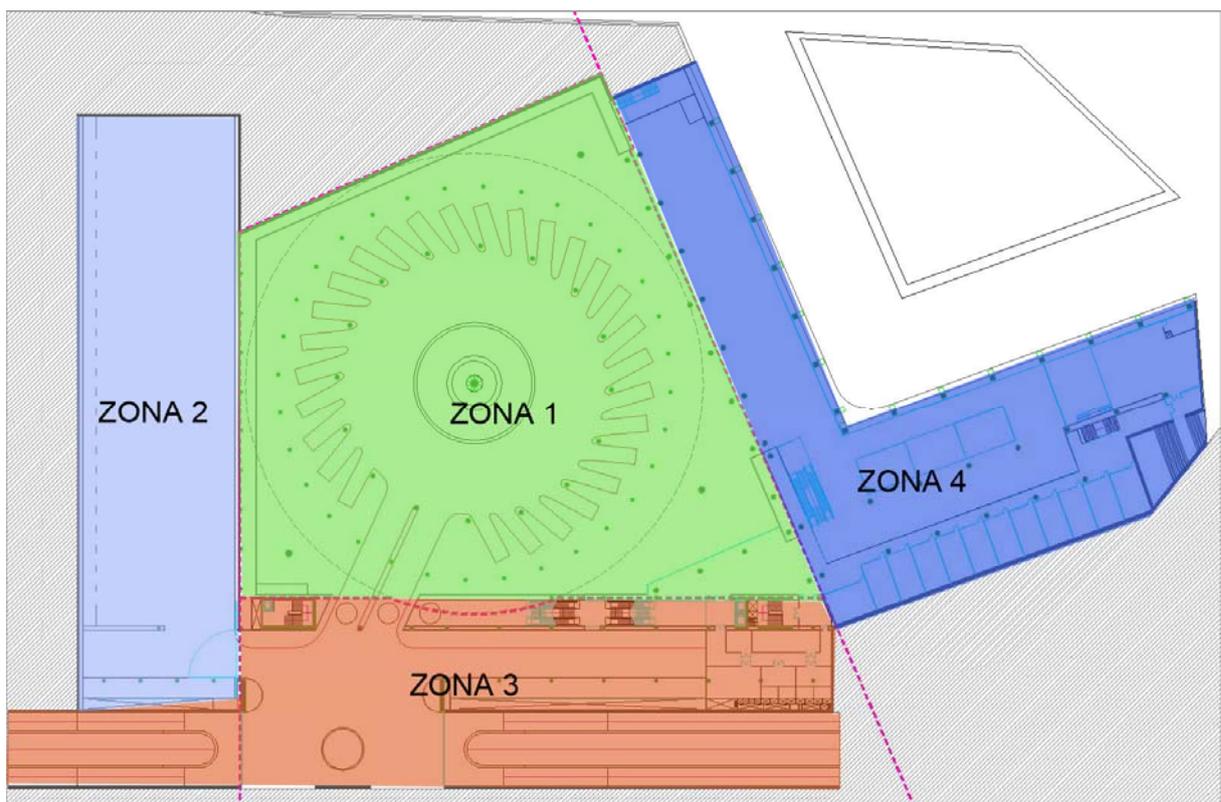


Fig.37. Zonificación Estructural

- Zona 1. Zona central.
- Zona 2. Aparcamiento de autobuses.
- Zona 3. Accesos del edificio.
- Zona 4. Zona de servicios.

En los planos A13 al A17 se define la sectorización de las plantas en los distintos niveles.

## **6.2 Elección de Cálculo. Zona A.**

Se elige para el desarrollo del Trabajo Fin de Grado la zona A por ser la más compleja y singular del conjunto. En esta sectorización se distinguen tanto forjados comunes con una retícula de pilares con luces de 5x5 metros como estructuras singulares con grandes luces que oscilan entre los 10 y 26 metros que suponen una serie de soluciones particulares para la consecución de la solución constructiva requerida en el proyecto.

## **6.3 Premisas de cálculo zona A.**

Se toman los siguientes criterios para el cálculo estructural:

- Juntas estructurales. Las juntas estructurales entre las diferentes zonas no comparten estructuralmente los mismos pilares, implicando por tanto una duplicación entre ellos. Este hecho se suele dar en estas juntas.
- Afecciones de cálculo entre distintas zonas. La zona D al estar en diferentes cotas respecto a los niveles 3 y 4 de la zona A implica una serie de empujes en la estructura que no se computarán en el cálculo de la estructura.

## 7 Datos de Partida

### 7.1 Normativa de Aplicación

La base para el diseño estructural de la Zona A de la estación de autobuses es la normativa legal vigente en España a fecha de junio de 2016, entre las que destacan las siguientes:

- EHE 08.
- Código Técnico de la Edificación CTE.
- NCSE-02

El programa RFEM no aplica ninguna de estas normativas directamente, analizando en el capítulo 10 la compatibilidad entre la norma de cálculo del programa ,Eurocódigo 2 y Anejo Nacional, con las de aplicación.

### 7.2 Geotecnia

#### 7.2.1 Marco Geológico.

El área estudiada se sitúa, geológicamente, tanto desde un punto de vista estratigráfico como tectónico, dentro del Dominio Pirenaico, en el subdominio Surpirenaico, de dirección Este-Oeste, limitado al oeste por la falla de Estella y extendiéndose al este hacia la zona de Jaca, formando una unidad denominada cuenca de Jaca-Pamplona, con predominio de materiales sedimentarios Paleocenos y Eocenos.

Estratigráficamente, y limitándonos al área de Pamplona aflora una serie de materiales de edad eocena, con la excepción de una serie de afloramientos de arcillas triásicas. La serie eocena está compuesta por una serie de depósitos margosos y arcillosos, siendo el nivel de referencia una formación de margas nodulosas grises con intercalaciones de niveles calcareníticos conocida como Margas de Pamplona, de edad Bartonense- Priabonense. La potencia de la serie varía entre 400 a 1500-2000 metros.

Desde un punto de vista tectónico, la cuenca de Jaca-Pamplona pertenece al subdominio surpirenaico, zona en la cual, materiales Mesozoicos y Cenozoicos han sufrido un empuje hacia el sur durante la orogenia alpina que ha desarrollado una serie de pliegues y cabalgamientos hacia el sur que se disponen sobre la cuenca terciaria del Ebro.

Sobre los materiales descritos, la red de drenaje ha depositado durante el Cuaternario materiales de acarreo y se ha formado una extensa cobertera cuaternaria con un gran desarrollo de terrazas aluviales asociadas al río Arga y a sus afluentes, con un predominio de cantos rodados en una matriz arenoso-arcillosa; y una serie de coluviones y glacis de relativa importancia en laderas y piedemontes formados por limos, limos arcillosos y arenas con cantos dispersos, etc.

### 7.2.2 Marco Hidrológico.

Con respecto al comportamiento hidrogeológico se reconocen en la zona dos litologías con un comportamiento hidráulico diferente:

- a. Los depósitos aluviales cuaternarios, asociados a las terrazas del Arga, en los que, en función del espesor de los mismos, del régimen pluvial de la zona y de la relación río-acuífero se desarrollan acuíferos libres por porosidad. Estos acuíferos, de pequeño espesor, cuya recarga se producirá por infiltración directa de aguas de lluvia, y su capacidad de drenaje dependerá del contenido de arcillas y limos, permiten pequeñas explotaciones por medio de pozos.
- b. Formaciones margosas del Terciario, materiales de baja permeabilidad. En función de la fracturación que presenten, se puede infiltrar parte del agua de lluvia o del agua recogida por la red de drenaje superficial, pero no constituyen, a priori acuíferos de interés.

### 7.2.3 Sismicidad

El presente apartado tiene como objeto proporcionar los criterios que han de seguirse para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de aquellas edificaciones y obras a las que le sea aplicable de acuerdo con las especificaciones dadas en la Norma de Construcción Sismorresistente:

- Parte General y Edificación (NCSE-02), según lo establecido en el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre (B.O.E. nº 244 de 11 de Octubre de 2002).

La zona de estudio posee unas características sísmicas tales que la aceleración sísmica básica es de  $a_b = 0,04g$ , siendo  $g$  la aceleración de la gravedad, y el coeficiente de contribución  $K_v = 1$ .

Si la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) es igual o mayor de 0,04g deberá tenerse en cuenta los posibles efectos del sismo en terrenos potencialmente inestables.

Según la clasificación de las construcciones dada por la citada Norma, el tipo de construcción en proyecto se calificaría como de Normal Importancia (aquellas construcciones cuya destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos).

### Arcillas y depósitos granulares

ac Aceleración sísmica de cálculo	<b>0,0416</b>	$a_c = S \times \rho \times a_b$
ab Aceleración sísmica básica	<b>0,04</b>	
$\rho$ coeficiente adimensional de riesgo	<b>1</b>	1,0 Normal imp. 1.3 Especial Imp.
S Coeficiente de ampliación del terreno	<b>1,04</b>	Para $\rho \times a_b < 0,1$ g $S = C/1,25$ Para $0,1g < \rho \times a_b < 0,4$ g $S = C/1,25 + 3,33 (\rho \times a_b/g - 0,1) (1 - C/1,25)$ Para $0,4g < \rho \times a_b$ $S = 1,0$
El coeficiente C depende del terreno	<b>1,3</b>	tipo I: roca compacta C=1 tipo II: roca fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro C=1,3 tipo III: suelo granular de compactación media o cohesivo de consistencia firme a muy firme C=1,6 tipo IV: suelo granular suelto o cohesivo blando C=2,0

### Sustrato Rocoso

ac Aceleración sísmica de cálculo	<b>0,0416</b>	$a_c = S \times \rho \times a_b$
ab Aceleración sísmica básica	<b>0,04</b>	
$\rho$ coeficiente adimensional de riesgo	<b>1</b>	1,0 Normal imp. 1.3 Especial Imp.
S Coeficiente de ampliación del terreno	<b>1,04</b>	Para $\rho \times a_b < 0,1$ g $S = C/1,25$ Para $0,1g < \rho \times a_b < 0,4$ g $S = C/1,25 + 3,33 (\rho \times a_b/g - 0,1) (1 - C/1,25)$ Para $0,4g < \rho \times a_b$ $S = 1,0$
El coeficiente C depende del terreno	<b>1,3</b>	tipo I: roca compacta C=1 tipo II: roca fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro C=1,3 tipo III: suelo granular de compactación media o cohesivo de consistencia firme a muy firme C=1,6 tipo IV: suelo granular suelto o cohesivo blando C=2,0

## 7.2.4 Cumplimiento CTE

Según el documento básico DB-SE-C el Estudio Geotécnico tiene que realizarse según las características particulares del edificio:

### Programación.

Para la programación del reconocimiento del terreno se deben tener en cuenta todos los datos relevantes de la parcela, tanto los topográficos o urbanísticos y generales del edificio, como los datos previos de reconocimientos y estudios de la misma parcela o parcelas limítrofes si existen, y los generales de la zona realizados en la fase de planeamiento o urbanización.

A efectos del reconocimiento del terreno, la unidad a considerar es el edificio o el conjunto de edificios de una misma promoción, clasificando la construcción y el terreno según las tablas 3.1 y 3.2, que determina el edificio como tipo C2 y el tipo de terreno es el T1.

Dado que la planta del edificio es de 15.518 m<sup>2</sup>, se puede reducir la densidad de puntos, estableciendo por tanto 15 puntos de sondeos para los primeros 10.000 m<sup>2</sup>, y 7 para los 5.000 restantes, por lo que se realizarán finalmente 19 sondeos.

### 7.2.5 Perfil de Sondeo

La realización de los sondeos da una tipología de perfil que se puede asemejar a la siguiente estructura:

TRAMOS	NIVEL GEOTÉCNICO	DESCRIPCIÓN DE LA LITOLOGÍA ATRAVESADA
0,00 - 1,30 m	0	Rellenos de naturaleza arcillosa y margosa (material evolutivo) principalmente.
1,30 - 4,40 m	1	Arcillas de tonos marrones ocres que contienen cantos milimétricos de tonos blanquecinos que aparecen de forma dispersa.
4,40 - 6,40 m	2	Depósito granular formado por cantos subangulosos de naturaleza y tamaño diverso en matriz arenoarcillosa de tonos marrones. Se distinguen pasadas con mayor concentración de cantos.
6,40 - 6,65 m	3	Sustrato rocoso, formado por las margas de Pamplona.

Dado que la cota de cimentación es de -15,90 m, el edificio se asentará en el nivel geotécnico 3.

No se localiza presencia de nivel freático a cota de excavación.

#### Características del Nivel Geotécnico 1.

Las características del nivel geotécnico 1 son las siguientes:

- Cohesión (sin drenaje): 0,1 kg/cm<sup>2</sup>
- Ángulo de rozamiento interno: 21°
- Módulo de elasticidad (E): 10.240 kN/m<sup>2</sup>
- Coeficiente de Poisson (ν): 0,25
- Compresión simple (kg/cm<sup>2</sup>): 1,50 kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de balasto: K<sub>Φ30</sub> = 15 kg/cm<sup>3</sup>
- Densidad: 18 kN/m<sup>2</sup>

### Características del Nivel Geotécnico 2.

Las características del nivel geotécnico 2 son las siguientes:

- Cohesión:  $0,3 \text{ kg/cm}^2$
- Ángulo de rozamiento interno:  $25^\circ$
- Módulo de elasticidad (E):  $29.238 \text{ kN/m}^2$
- Coeficiente de Poisson ( $\nu$ ):  $0,2$
- Compresión simple ( $\text{kg/cm}^2$ ):  $4,63 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de balasto:  $K\Phi30 = 50 \text{ kg/cm}^3$
- Densidad:  $20 \text{ kN/m}^2$

### Características del Nivel Geotécnico 3.

Las características del nivel geotécnico 3 son las siguientes:

- Cohesión:  $1,67 \text{ kg/cm}^2$
- Ángulo de rozamiento interno:  $28,95^\circ$
- Módulo de elasticidad (E):  $571.590 \text{ kN/m}^2$
- Coeficiente de Poisson ( $\nu$ ):  $0,25$
- Compresión simple ( $\text{kg/cm}^2$ ):  $44 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de balasto:  $K\Phi30 = 50 \text{ kg/cm}^3$
- Densidad:  $21.5 \text{ kN/m}^2$

#### **7.2.6 Nivel Freático**

El estudio geotécnico no aprecia nivel freático en el terreno, por lo que a la hora de estudiar la contención de los muros no habrá efectos derivados del agua.

### **7.3 Topografía**

#### **7.3.1 Situación Inicial**

El estado inicial plantea una parcela homogénea y uniforme en la cota  $+453,00 \text{ m}$ . Esta parcela linda con el foso de la ciudadela por una parte que se encuentra a la cota  $+447,00 \text{ m}$ , solventándose dicha diferencia de cota mediante un muro de mampostería. Existen pequeños rebajes de cotas en la zona perimetral hasta la  $+452,00 \text{ m}$ .

El plano A18, Estado Actual, muestra gráficamente la distribución inicial de la parcela a nivel topográfico.

### **7.3.2 Situación Final**

La situación topográfica final marca la continuación del foso de la ciudadela a lo largo de la parcela. El objeto de la prolongación es volver a sacar a la luz el “Revellín”, el cual fue enterrado a principios del siglo XX para la construcción del cuartel que había en la zona. De esta forma la cota +447,00 se prologa y se adapta por tanto la morfología del edificio a los requerimientos marcados por el Ayuntamiento de Pamplona.

## 8 Predimensionamiento Estructural

El punto de partida del análisis y diseño estructural será el predimensionamiento de los distintos elementos de la estructura con objeto de tener un orden de magnitud y unas dimensiones aproximadas para el cálculo. Posteriormente, durante el proceso de diseño, se procederá al afino de estas secciones en función de las iteraciones de cálculo y los resultados que se obtengan.

### 8.1 Losas Macizas

Para predimensionar losas (unidireccionales o bidireccionales) y forjados reticulares se puede determinar el canto útil mínimo “d” necesario para no tener que calcular flechas aplicando el artículo 50.2.2.1 y tabla 50.2.2.1.a de la EHE-08. De esta manera se consiguen los cantos adecuados en losas bidireccionales.

**Tabla 50.2.2.1.a**  
Relaciones  $L/d$  en vigas y losas de hormigón armado sometidos a flexión simple

Sistema estructural $L/d$	$\kappa$	Elementos fuertemente armados: $\rho = 1,5\%$	Elementos débilmente armados $\rho = 0,5\%$
Viga simplemente apoyada. Losa uni o bidireccional simplemente apoyada	1,00	14	20
Viga continua <sup>1</sup> en un extremo. Losa unidireccional continua <sup>1,2</sup> en un solo lado	1,30	18	26
Viga continua <sup>1</sup> en ambos extremos. Losa unidireccional o bidireccional continua <sup>1,2</sup>	1,50	20	30
Recuadros exteriores y de esquina en losas sin vigas sobre apoyos aislados	1,15	16	23
Recuadros interiores en losas sin vigas sobre apoyos aislados	1,20	17	24
Voladizo	0,40	6	8

<sup>1</sup> Un extremo se considera continuo si el momento correspondiente es igual o superior al 85% del momento de empotramiento perfecto.

<sup>2</sup> En losas unidireccionales, las esbelteces dadas se refieren a la luz menor.

<sup>3</sup> En losas sobre apoyos aislados (pilares), las esbelteces dadas se refieren a la luz mayor.

Además, según las especificaciones del artículo 55.2, el canto total de una losa o forjado reticular apoyado sobre apoyos aislados no será inferior a  $L/32$  u 8 cm, siendo "L" la luz correspondiente al vano más pequeño.

### 8.1.1 Forjado Sótano -3/-4

En el plano A25 Predimensionamiento, se señalan los vanos que se van a utilizar para el predimensionamiento de la sección. Se distinguen en la planta 4 zonas según los distintos usos y vanos de pilares. Como se aprecia, la planta del edificio no tiene una distribución regular, por lo que se analizarán de forma independiente las luces entre pilares.

- Zona 1. Vano central correspondiente a la corona circular del aparcamiento. La distancia máxima es de 7,40 m, aunque existe una distribución de pilares en zonas concretas donde la luz es superior a 10 metros. Dada la falta de regularidad, tomaremos la mayor luz que se repite de forma sistemática y analizaremos en el programa de cálculo este punto. El canto estimado es de  $L/d = 20$ .  $d=37$  cm. Se dispondrá una losa de 40 cm.
- Zona 2. Corresponde al área de almacenes e instalaciones de la izquierda. La distribución de pilares es más irregular aún por su morfología. Se puede aproximar la distribución de pilares a una retícula de 5x5m, aunque existen puntos con una luz superior a 7 metros. El canto estimado es de  $L/d = 20$ .  $d=20$  cm, aunque este espesor podría traer problemas de punzonamiento por la sobrecarga de uso. Se tomará un canto de 30 cm.
- Zona 3. Similar a lo señalado en la zona 2.
- Zona 4. Esta zona muy irregular presenta un apoyo continuo formado por un muro de hormigón y pilares en borde. Dada su geometría, estimamos el canto con  $L/d=16$ , por lo que se obtiene para una luz media de 6,50 m un canto de 40 cm.

### 8.1.2 Forjado Sótano -3/-2

El forjado en cuestión es idéntico al señalado en el apartado anterior, ya que tiene la misma disposición y luces. La única diferencia es la existencia de una losa de cimentación que se analizará en el apartado correspondiente. Estos datos se reflejan gráficamente en el plano A26.

### 8.1.3 Forjado Sótano -2/-1

De igual modo que los puntos anteriores, en el plano A27 se acotan las luces principales que definen la planta. Las luces principales están en torno a los 9 metros, por lo que, estimando el canto  $L/d=20$ ; tenemos un canto  $d=40$  cm.

### 8.1.4 Forjado Planta 0

Esta planta, al igual que el resto, también posee una distribución muy irregular. La peculiaridad que presenta se centra en que no se dispone una estructura de losas macizas, sino que se estructura en una serie de vigas principales, por lo que las luces para dimensionar las losas serán las cotas transversales entre vigas.

## 8.2 Losa de Cimentación

Para el predimensionamiento de la losa se tomará la fórmula dispuesta en el libro "Hormigón Armado" de Jiménez Montoya, donde establece a priori el espesor de las losas de cimentación en terrenos de característica media como:

$$h = (1,6 * L - 1) / 10$$

Dada la heterogeneidad de la planta, tomaremos la retícula media de 5x5 m, y se analizarán los casos de los pilares más cargados a punzonamiento.

Según esta fórmula, el canto a estudiar para cimentaciones sobre terrenos de resistencia media es de 70 cm. Según criterio constructivo del autor de este trabajo, es excesivo este tamaño, por lo que se comenzará valorando con un espesor de 60 cm.

El caso de la pila central será particular, independizándose de la losa de cimentación para ejecutarse con una zapata propia.

## 8.3 Pilares

El predimensionamiento de pilares se realiza mediante dos condicionantes:

- Diseño arquitectónico. La distribución de pilares sigue unas condiciones marcadas por la distribución de aparcamientos y el cumplimiento normativo referente a la limitación de ancho de las mismas.
- Condicionamiento estructural. Se considerará que los pilares trabajan fundamentalmente a compresión simple. Durante el cálculo se verán las necesidades puntuales de elementos que trabajen a flexocompresión.

Para la estimación inicial de secciones de pilares se considerará que:  $f_{ck} = F/A$ , siendo:

- $f_{ck}$ : Resistencia característica del hormigón
- $F$ : Cargas actuantes sobre el área de influencia de los pilares.
- $A$ : Sección del pilar.

Se ha analizado los distintos tipos de pilares con sus ámbitos de carga en las distintas plantas, determinándose las siguientes secciones de pilares:

## 8.4 Vigas Postesadas

La Guía de Aplicación de la EHE recomienda las siguientes relaciones canto/luz para los distintos tipos de placas:

Tipo de placas postesadas	Relación canto/luz $h/l$
Losas unidireccionales	1/48
Losas bidireccionales	1/45
Losas con ábacos (ábaco > l/6)	1/50
Losas bidireccionales con vigas en dos direcciones	1/55
Losas aligeradas con casetones	1/35
Vigas de canto ( $b \cong h/3$ )	1/20
Vigas de canto ( $b \cong 3h$ )	1/30

La luz más desfavorable es la que va desde la pila central del pilar a la primera corona de pilares, de 26,50 m de longitud. Dado que el canto es aproximadamente la mitad de la altura, tomaremos la penúltima relación, por lo que el canto estimado de las vigas postesadas es de 1,30 m.

### 8.4.1 Parámetros de Referencia

Para el predimensionamiento de los tendones de las vigas se tomará en cuenta los siguientes valores:

- Tensión máxima de compresión en la transferencia:  $\sigma_{ct}=17,5$  MPa
- Tensión máxima de tracción en la transferencia:  $\sigma_{tt}=0$  MPa
- Tensión máxima de compresión en servicio:  $\sigma_{cw}=25$  MPa
- Tensión máxima de tracción en servicio:  $\sigma_{tw}=0$  MPa
- Tensión de rotura del acero:  $f_{pmax}>1860$  MPa
- Porcentaje de tesado:  $r_t>75\%$ .
- Tensión inicial,  $\sigma_0=r_t \cdot f_{pmax}=1.395$  MPa
- Coeficiente de pérdidas:  $R_p=80\%$

### 8.4.2 Método de Magnel

Para el predimensionamiento se utilizará el método de Magnel, el cual propuso una solución gráfica que consiste en determinar cuatro desigualdades, que son resultado de satisfacer los requerimientos de esfuerzos permisibles (dos en la fase inicial y dos en la fase de servicio), en cuya región solución (de las desigualdades), se encuentran todas las posibles combinaciones de la fuerza de tesado y la excentricidad de aplicación de la misma.

### 8.4.3 Tendones Viga

Para predimensionar los tendones de la viga central se estiman los diagramas de momentos para la combinación de cargas de peso propio, muertas y sobrecarga de uso.

Se va a considerar que las vigas son biempotradas, por lo que el momento en el vano central es  $qL^2/24$  y en los extremos  $qL^2/12$ . Además, se mayorarán las cargas permanentes por 1.5 y la sobrecarga de uso por 1.25, para reproducir de una forma más fiable los posibles momentos existentes. Para el cálculo se ha tomado una hoja de cálculo de Mathcad, donde se están introducidas las cargas

Como datos de partida se parte de una viga con las dimensiones dadas, hormigón HA-35 y unos tendones con una tensión de rotura de 1.860 MPa como se muestra a continuación:

#### Geometría

Ancho	$B_v := 900\text{mm}$
Canto	$H_v := 1600\text{mm}$
Longitud de la viga	$L_v := 26\text{m}$
Peso específico del hormigón	$\gamma := 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$
Carga repartida aplicada	$q := 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Area unitaria del cordón	$A_{\text{puni}} := 140\text{mm}^2$

#### Límites tensionales:

Tensión máxima de compresión en la transferencia	$\sigma_{\text{ct}} := 24.5\text{MPa}$
Tensión máxima de tracción en la transferencia	$\sigma_{\text{tt}} := 0\text{MPa}$
Tensión máxima de compresión en servicio	$\sigma_{\text{cw}} := 35\text{MPa}$
Tensión máxima de tracción en servicio	$\sigma_{\text{tw}} := 0\text{MPa}$

**Datos de Tesado:**

Tensión de rotura del acero	$f_{pmax} := 1860\text{MPa}$
Porcentaje de tesado	$r_t := 75\%$
	$\sigma_0 := r_t \cdot f_{pmax} = 1395 \cdot \text{MPa}$
Coefficiente de pérdidas	$R_p := 80\%$

A partir de aquí se obtienen las inercias de la sección, la fibra neutra, los módulos resistentes y los coeficientes K1 y K2 para el predimensionamiento con los criterios de Magnel.

**Parámetros de la sección:**

Area de la sección	$A_v := B_v \cdot H_v = 14400 \cdot \text{cm}^2$
Inercia a flexión de la sección bruta	$I_f := \frac{B_v}{12} \cdot H_v^3 = 30720000 \cdot \text{cm}^4$
Distancia de la fibra inferior al baricentro	$v_1 := \frac{H_v}{2} = 0.8 \text{m}$
Distancia de la fibra superior al baricentro	$v_2 := \frac{-H_v}{2} = -0.8 \text{m}$
Módulo resistente de la fibra traccionada	$Z_1 := \frac{I_f}{v_1} = 384000 \cdot \text{cm}^3$
Módulo resistente de la fibra comprimida	$Z_2 := \frac{I_f}{v_2} = -384000 \cdot \text{cm}^3$
Coefficiente K1	$k_1 := \frac{Z_1}{A_v} = 0.267 \text{m}$
Coefficiente K2	$k_2 := \frac{Z_2}{A_v} = -0.267 \text{m}$

Una vez obtenidos estos datos se aplica los condicionantes propios de cada sección, según sea en vano central o en los extremos.

Sección central de la viga

Se calculan a continuación los momentos de transferencia y de servicio de la sección, y se aplican las inecuaciones de Magnel\_

**Esfuerzos en la sección central:**

Momento en la transferencia	$M_t := 1.5 \left( A_v + 2.25\text{m}^2 + 1\text{m}^2 \right) \cdot \gamma \cdot \frac{L_v^2}{24} = 4.954 \times 10^3 \cdot \text{m} \cdot \text{kN}$
Momento de servicio	$M_w := M_t + 1.35q \cdot \frac{L_v^2}{24} = 5.334 \times 10^3 \cdot \text{m} \cdot \text{kN}$

Inecuación I:

$$e_{\text{I}}(\text{inv}P_0) := -k_2 + \text{inv}P_0 \cdot (M_t + \sigma_{\text{tt}} \cdot Z_2)$$

Inecuación II:

$$e_{\text{II}}(\text{inv}P_0) := -k_2 + \frac{\text{inv}P_0}{R_p} \cdot (M_w + \sigma_{\text{cw}} \cdot Z_2)$$

Inecuación III:

$$e_{\text{III}}(\text{inv}P_0) := -k_1 + \text{inv}P_0 \cdot (M_t + \sigma_{\text{ct}} \cdot Z_1)$$

Inecuación IV:

$$e_{\text{IV}}(\text{inv}P_0) := -k_1 + \frac{\text{inv}P_0}{R_p} \cdot (M_w + \sigma_{\text{tw}} \cdot Z_1)$$

Por último, según las inecuaciones y las fuerzas de tesado se obtienen el número de cordones y la excentricidad de los mismos.

**Fuerzas de tesado:**

Tesado inicial

$$P_0 := \frac{1}{\text{inv}P_0} = 3213.311 \cdot \text{kN}$$

$$A_p := \frac{P_0}{r_t \cdot f_{p\text{max}}} = 2303.448 \cdot \text{mm}^2$$

$$n_{\text{cor}} := \frac{A_p}{A_{\text{puni}}} = 16.453$$

Elegimos  $n_{\text{cord}} := 25$

$$P_{0d} := n_{\text{cord}} \cdot A_{\text{puni}} \cdot r_t \cdot f_{p\text{max}} = 4882.5 \cdot \text{kN}$$

$$P_w := R_p \cdot P_{0d} = 3906 \cdot \text{kN}$$

La excentricidad tiene que ser

menor que

$$e_{\text{I}}\left(\frac{1}{P_{0d}}\right) = 1.281 \text{ m}$$

mayor que

$$e_{\text{II}}\left(\frac{1}{P_{0d}}\right) = -1.809 \text{ m}$$

menor que

$$e_{\text{III}}\left(\frac{1}{P_{0d}}\right) = 2.675 \text{ m}$$

mayor que

$$e_{\text{IV}}\left(\frac{1}{P_{0d}}\right) = 1.099 \text{ m}$$

Se estiman **25 cordones** para el tendón de cada viga.

Sección en los extremos de la viga

Del mismo modo se comprueban los momentos y las inecuaciones correspondientes al extremo de la sección:

**Esfuerzos en la sección central:**

Momento en la transferencia

$$M_t := 1.5 \left( A_v + 2.25m^2 + 1m^2 \right) \cdot \gamma \cdot \frac{L_v^2}{12} = 9.908 \times 10^3 \cdot m \cdot kN$$

Momento de servicio

$$M_w := M_t + 1.35q \cdot \frac{L_v^2}{12} = 1.067 \times 10^4 \cdot m \cdot kN$$

Inecación I:

$$e_I(\text{inv}P_0) := -k_2 + \text{inv}P_0 \cdot (M_t + \sigma_{tt} \cdot Z_2)$$

Inecación II:

$$e_{II}(\text{inv}P_0) := -k_2 + \frac{\text{inv}P_0}{R_p} \cdot (M_w + \sigma_{cw} \cdot Z_2)$$

Inecación III:

$$e_{III}(\text{inv}P_0) := -k_1 + \text{inv}P_0 \cdot (M_t + \sigma_{ct} \cdot Z_1)$$

Inecación IV:

$$e_{IV}(\text{inv}P_0) := -k_1 + \frac{\text{inv}P_0}{R_p} \cdot (M_w + \sigma_{tw} \cdot Z_1)$$

Y se obtienen las fuerzas de tesado, el número de cordones y la excentricidad de los mismos:

**Fuerzas de tesado:**

Tesado inicial

$$P_0 := \frac{1}{\text{inv}P_0} = 6426.621 \cdot kN$$

$$A_p := \frac{P_0}{r_t \cdot f_{pmax}} = 4606.897 \cdot mm^2$$

$$n_{cor} := \frac{A_p}{A_{puni}} = 32.906$$

Elegimos  $n_{cord} := 37$

+

$$P_{0d} := n_{cord} \cdot A_{puni} \cdot r_t \cdot f_{pmax} = 7226.1 \cdot kN$$

$$P_w := R_p \cdot P_{0d} = 5780.88 \cdot kN$$

La excentricidad tiene que ser

menor que

$$e_I \left( \frac{1}{P_{0d}} \right) = 1.638 \text{ m}$$

mayor que

$$e_{II} \left( \frac{1}{P_{0d}} \right) = -0.213 \text{ m}$$

menor que

$$e_{III} \left( \frac{1}{P_{0d}} \right) = 2.406 \text{ m}$$

mayor que

$$e_{IV} \left( \frac{1}{P_{0d}} \right) = 1.579 \text{ m}$$

Por tanto, se estiman **37 cordones** para el tendón en cada viga.

Se calcularán las vigas con las excentricidades señaladas y el tendón más desfavorable.

En el plano A28 se distinguen los tipos de viga que se han determinado para comenzar el diseño, denominando como vigas tipo 1 las pretensadas y las tipo 2 como vigas de apoyo y refuerzo entre vanos.



## 9 Caracterización Estructural en RFEM 5.XX

El presente capítulo describirá cómo se lleva a cabo la caracterización de la zona A de la estación de autobuses en el programa de cálculo de elementos finitos RFEM 5.XX. Para ello se describen todos los pasos que se han llevado a cabo y razonando las decisiones adoptadas para que el modelo de cálculo sea lo más aproximado posible a la realidad. Para ello se estructurará el capítulo en los siguientes apartados:

- **Compatibilidad normativa.** El programa RFEM no aplica la normativa específica española según se ha comentado en el Capítulo 7, usando la europea (Eurocódigos) con algunos anejos nacionales españoles. Se explicarán los criterios y cambios adoptados para este caso.
- **Inserción geométrica.** Se explica la manera de proceder a insertar los elementos como modelo de vigas y placas que posteriormente se mallarán para el cálculo por elementos finitos.
- **Inserción de cargas y acciones.** Se explica la forma de insertar las distintas cargas y la compatibilidad con la normativa vigente.
- **Estructura pretensada.** En este apartado se explica la solución constructiva adoptada, así como la introducción de la estructura en el Módulo adicional RF-Tendon.
- **Método de los elementos finitos.** Por último se explica brevemente en qué consiste el método de los elementos finitos y la aplicación práctica en el programa.

### 9.1 Compatibilidad Normativa

Según se comentó en el capítulo 7, el programa RFEM 5.XX no contiene específicamente la normativa española para su aplicación, por lo que se toma como punto de partida la UNE EN 1990:2003, correspondiente a los Eurocódigos fijados por la Directiva Europea. Dado que los distintos países europeos tienen un compendio normativo diferente, el programa permite definir el Anejo Nacional correspondiente a cada país. En este caso la aplicación del anejo nacional español se corresponde con la EHE 08 (Fig.38), aunque se verá posteriormente que no sigue de forma específica la normativa en dos puntos:

- Aplicación de los coeficientes en las acciones y combinaciones de carga.
- Cálculo de los módulos adicionales (pilares, vigas, placas y vigas pretensadas), que se realizará con el Eurocódigo 2.

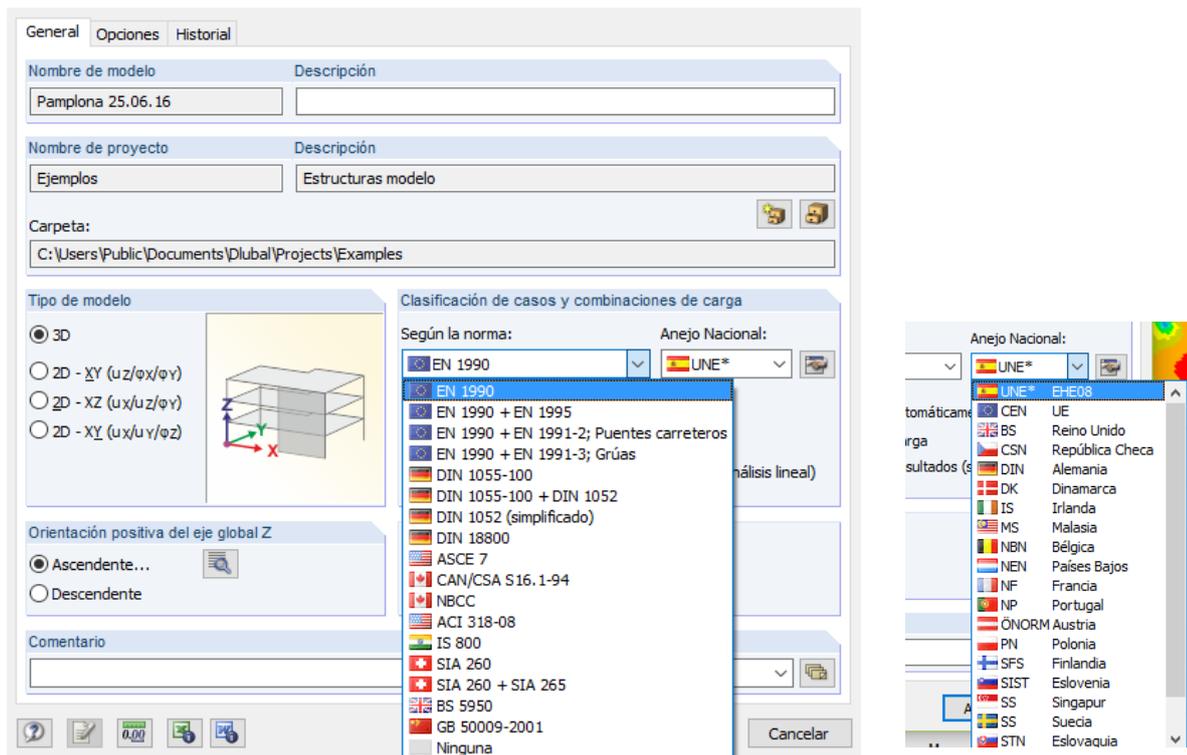


Fig.38. Normativa aplicable

Para la aplicación de la normativa vigente se procederá a la corrección de los coeficientes para las combinaciones de carga, que son los valores que limitan la elección de la normativa. Se corregirán los siguientes puntos:

- Coeficientes parciales de seguridad para equilibrio estático. (Fig.39 y 40) En este punto se corrigen los factores de la combinación básica según establece la EHE-08 en la tabla 12.1.a

Categoría de acción			Situación de proyecto		
			Combinación básica	Accidental	Sísmica
1.A	Acciones permanentes	Desfavorable	$\gamma_{G,sup}$ : 1.10	1.00	1.00
		Favorable	$\gamma_{G,inf}$ : 0.90	1.00	1.00
1.B	Permanente/sobrec. de uso	Desfavorable	$\gamma_{G,Q}$ : 1.10	1.00	1.00
		Favorable	$\gamma_{P,inf}$ : 0.90	1.00	1.00
2.	Pretensado	Desfavorable	$\gamma_{P,sup}$ : 1.10	1.00	1.00
		Favorable	$\gamma_{P,inf}$ : 0.90	1.00	1.00
3. ...					
6.	Acciones variables	Desfavorable	$\gamma_Q$ : 1.50	1.00	1.00
7.	Acciones accidentales	$\gamma_A$ :		1.00	
8.	Acciones sísmicas	$\gamma_I$ :			1.00

Fig.39. Coeficientes parciales de seguridad equilibrio estático RFEM

TIPO DE ACCIÓN		Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente		$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	Armadura pretesa	$\gamma_P = 0,95$	$\gamma_P = 1,05$
	Armadura postesa	$\gamma_P = 0,90$	$\gamma_P = 1,10$
Permanente de valor no constante		$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable		$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

Fig.40. Coeficientes parciales de seguridad equilibrio estático EHE

- Coeficientes parciales de seguridad para el estado límite último. (Fig.41) Estos coeficientes coinciden con los establecidos por la EHE, y se fijan en la tabla 12.2:

Categoría de acción				Situación de proyecto		
				Combinación básica	Accidental	Sísmica
1.A	Acciones permanentes	Desfavorable	$\gamma_{G,sup} :$	1.35	1.00	1.00
		Favorable	$\gamma_{G,inf} :$	1.00	1.00	1.00
1.B	Permanente/sobrec. de uso	Desfavorable	$\gamma_{G,Q} :$	1.35	1.00	1.00
2.	Pretensado		$\gamma_P :$	1.00	1.00	1.00
3. ...						
6.	Acciones variables	Desfavorable	$\gamma_Q :$	1.50	1.00	1.00
7.	Acciones accidentales		$\gamma_A :$	1.00		
8.	Acciones sísmicas		$\gamma_I :$			1.00

Fig.41. Coeficientes parciales de seguridad ELU RFEM

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Pretensado	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$	$\gamma_P = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,50$	$\gamma_{G^*} = 1,00$	$\gamma_{G^*} = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

Fig.42. Coeficientes parciales de seguridad EHE

Se procede a corregir el coeficiente de las sobrecargas de uso para adaptarla a normativa actual EHE-08.

- Coefficientes de combinación de acciones variables (Fig.43) Estos coeficientes también están marcados en la EHE

Coeficientes de combinación de acciones variables				
Categoría de acción		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
3.A	Sobrecargas de uso - Categoría A - Zonas residenciales, domésticas	0.70	0.50	0.30
3.B	- Categoría B - Zonas de oficinas	0.70	0.50	0.30
3.C	- Categoría C - Zonas de reunión	0.70	0.70	0.60
3.D	- Categoría D - Zonas comerciales	0.70	0.70	0.60
3.E	- Categoría E - Zonas de almacenamiento	1.00	0.90	0.80
3.F	Cargas de tráfico - Categoría F - Peso del vehículo $\leq 25$ kN	0.70	0.70	0.60
3.G	- Categoría G - Vehículo	0.70	0.50	0.30
3.H	- Categoría H - Cubiertas	0.00	0.00	0.00
4.A	Cargas de nieve / - Finlandia, Islandia, Noruega, Suecia	0.70	0.50	0.20
4.B	hielo - Varios - Sitios a una altura $H > 1000$ m	0.70	0.50	0.20
4.C	- Sitios a una altura $H \leq 1000$ m	0.50	0.20	0.00
5.	Cargas de viento	0.60	0.20	0.00
6.	Temperatura (fuego exclusive)	0.60	0.50	0.00

Fig.43. Coeficiente de combinación de acciones variables

- Factor de Construcción. Por último se establece el factor de construcción en función de la clase de consecuencias que se originen en función del daño del edificio por colapso. Se determina como nivel el CC2, donde se selecciona una consecuencia moderada de pérdida de vidas humanas, o consecuencias económicas, sociales o medio ambientales considerables.

### 9.1.1 Unidades

Después de la definición de la normativa aplicable se eligen las unidades principales para la inserción de datos. Se toman a este respecto las unidades fijadas por el sistema internacional y la normativa aplicable, según reza en la Fig. 44.

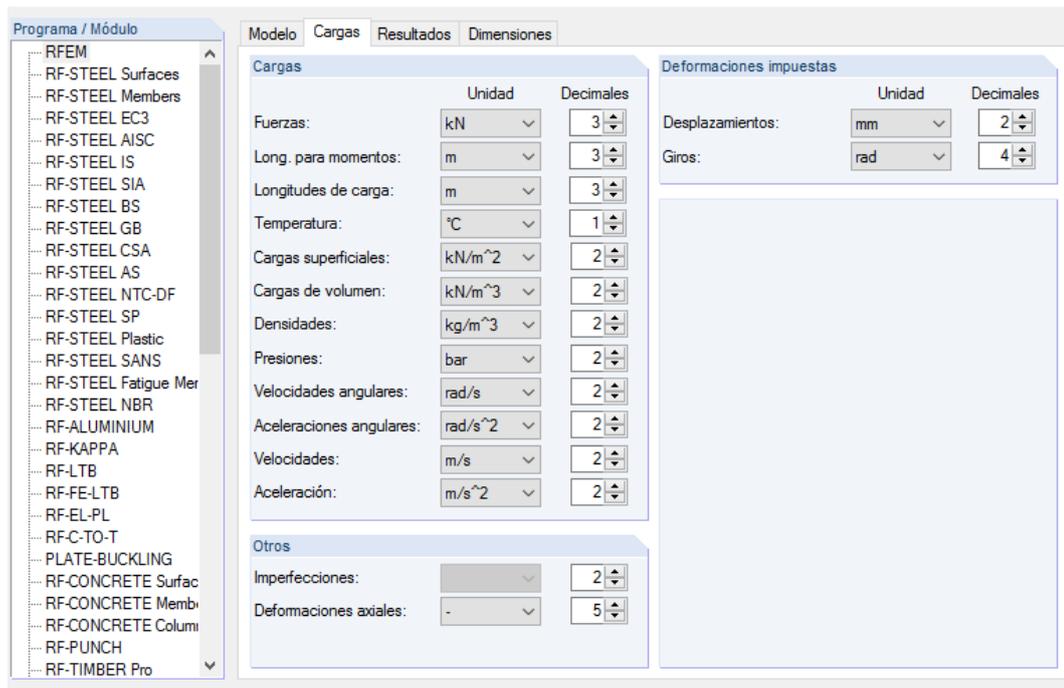


Fig.44. Unidades

## 9.1.2 Materiales

La selección de materiales se realiza a través de la biblioteca de materiales. El proyecto está caracterizado por tres tipos de materiales diferentes:

- Hormigón
- Acero de armaduras pasivas
- Acero armaduras activas

### Hormigón.

Para el cálculo de la estructura se utilizará un HA-35. Dado que el programa no admite la normativa española, se utilizará un hormigón HA C30/37, que tiene un coeficiente  $f_{ck}$  igual al HA-35. Las características del hormigón serán las señaladas en la Fig. 45.

Propiedades del material		Hormigón C30/37   EN 1992-1-1:2004/AC:2010	
<b>Propiedades principales</b>			
<input type="checkbox"/> Módulo de elasticidad	E	3300.00	kN/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Módulo de cortante	G	1375.00	kN/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Coeficiente de Poisson	$\nu$	0.200	
<input type="checkbox"/> Peso específico	$\gamma$	25.00	kN/m <sup>3</sup>
<input type="checkbox"/> Coeficiente de dilatación térmica	$\alpha$	1.0000E-05	1/°C
<b>Propiedades adicionales</b>			
<input type="checkbox"/> Resistencia característica a compresión en probeta cilíndrica	$f_{ck}$	3.00	kN/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Resistencia característica a compresión en probeta cúbica	$f_{cu,k}$	3.70	kN/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Valor medio de la resistencia a compresión en probeta cilíndrica	$f_{cm}$	3.80	kN/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Valor medio de la resistencia a tracción	$f_{ctm}$	0.29	kN/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Cuantil del 5% de la resistencia a tracción	$f_{ctk;0,05}$	0.20	kN/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Cuantil del 95% de la resistencia a tracción	$f_{ctk;0,95}$	0.38	kN/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Módulo de elasticidad secante medio	$E_{cm}$	3300.00	kN/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Deformación última a compresión pura	$\epsilon_{c1}$	-2.200E-03	
<input type="checkbox"/> Deformación última de rotura	$\epsilon_{c1u}$	-3.500E-03	
<input type="checkbox"/> Exponente de la parábola	n	2.000	

Fig.45. Características hormigón

### Acero armaduras pasivas.

Para el armado de las estructuras de hormigón, se utilizará el acero B500S, que según la normativa y el programa tiene los valores marcado en la Fig.46 y 47.

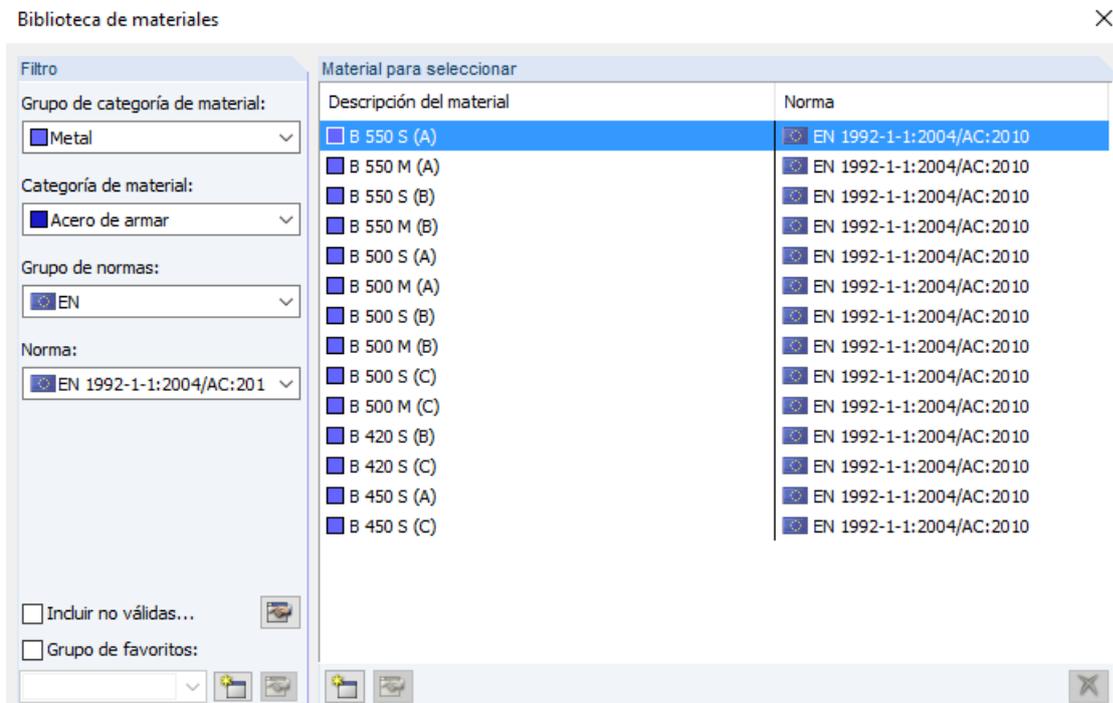


Fig.46. Biblioteca de materiales acero

Propiedades del material		B 550 S (A)   EN 1992-1-1:2004/AC:2010	
<input checked="" type="checkbox"/> Propiedades principales			
<input type="checkbox"/> Módulo de elasticidad	E	20000.00	kN/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Módulo de cortante	G	7692.31	kN/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Coeficiente de Poisson	$\nu$	0.300	
<input type="checkbox"/> Peso específico	$\gamma$	78.50	kN/m <sup>3</sup>
<input type="checkbox"/> Coeficiente de dilatación térmica	$\alpha$	1.0000E-05	1/°C
<input checked="" type="checkbox"/> Propiedades adicionales			
<input type="checkbox"/> Módulo de elasticidad	$E_s$	20000.00	kN/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Resistencia característica a tracción	$f_{tk}$	57.75	kN/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> Deformación última	$\epsilon_{uk}$	0.025	
<input type="checkbox"/> Límite elástico característico	$f_{yk}$	55.00	kN/cm <sup>2</sup>

Fig.47. Características acero

### Acero armaduras activas.

La EHE-08 establece como armadura activa normalizada los siguientes aceros

Designación	Serie de diámetros nominales, en mm	Carga unitaria máxima $f_{m\acute{a}x}$ en N/mm <sup>2</sup> no menor que
Y 1570 C	9,4 - 10,0	1.570
Y 1670 C	7,0 - 7,5 - 8,0	1.670
Y 1770 C	3,0 - 4,0 - 5,0 - 6,0	1.770
Y 1860 C	4,0 - 5,0	1.860

Para el predimensionado de la estructura se ha tomado alambres normalizados tipo Y1860 C, con los datos marcados en la Fig. 48 y que se tendrán en cuenta en el cálculo estructura según RFEM:

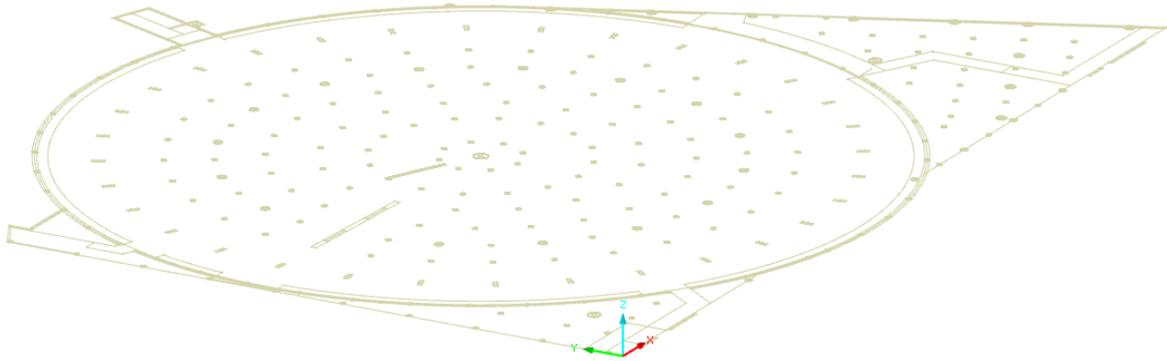
Name	Y1860C-5.0	
E	200000,00	MPa
Unit weight	7850	kg/m <sup>3</sup>
Diameter	5	mm
Area	20	mm <sup>2</sup>
F <sub>m</sub>	36,50	kN
F <sub>p01</sub>	31,40	kN
A <sub>gt</sub>	350,0	1e-4
F <sub>r</sub>	0,20	MPa
Calculate dependent values	<input type="checkbox"/>	
f <sub>pk</sub>	1820,00	MPa
f <sub>p01k</sub>	1570,00	MPa
ε <sub>uk</sub>	350,0	1e-4
Type	Plain round wire	
Surface characteristic	Plain	
Relaxation definition	By code	
Relaxation class	Class 2	
ρ <sub>1000</sub>	0,03	
ρ <sub>∞</sub>	0,05	
Production	Stress relieved	
Diagram type	Bilinear with an inclined top branch	
Number of wires	1	

Fig.48. Características tendones

## 9.2 Inserción Geométrica del modelo

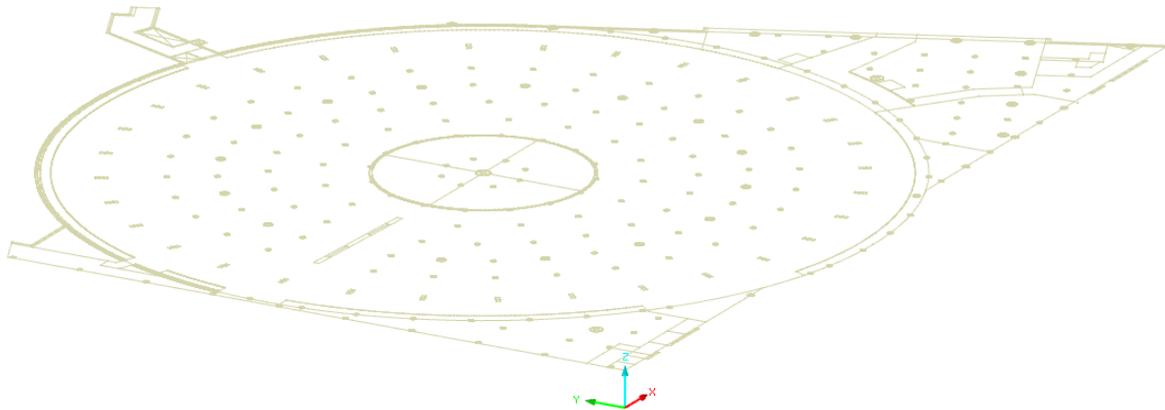
Para insertar el modelo en el programa de cálculo se utilizan las plantas tipo \*.dxf, que son una representación de la morfología de la planta. En ella se representa el contorno de la edificación, los ejes de los pilares y la disposición de las cargas principales a través de la representación de la tabiquería. Se ha procedido a simplificar las plantas de tal forma que se reflejen los contornos principales, cambios de sección, cambios de cota y ubicación de las principales cargas de superficie.

La Fig. 49 muestra la planta sótano -4, con la distribución de pilares, muros de carga, contención y tabiquería principal.



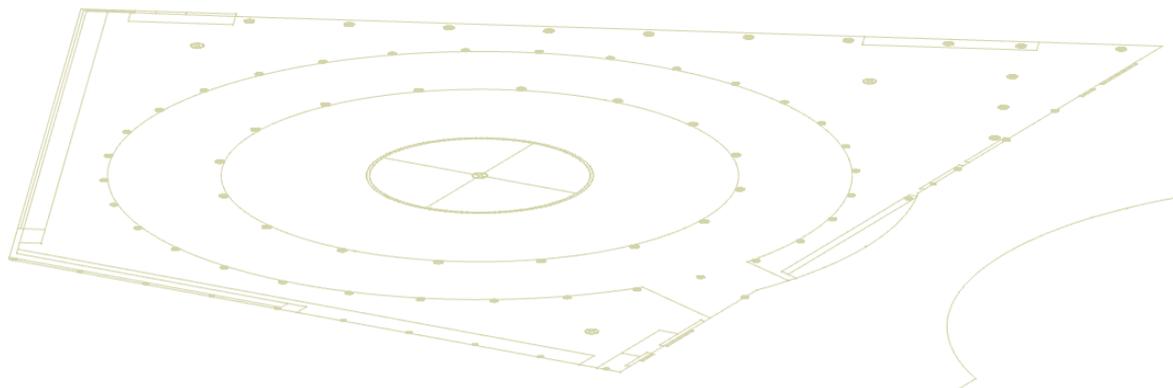
**Fig.49. Planta sótano -4**

La Fig. 50 es la planta -3, donde también se disponen los pilares, muros de carga, contención y muros y tabiques.



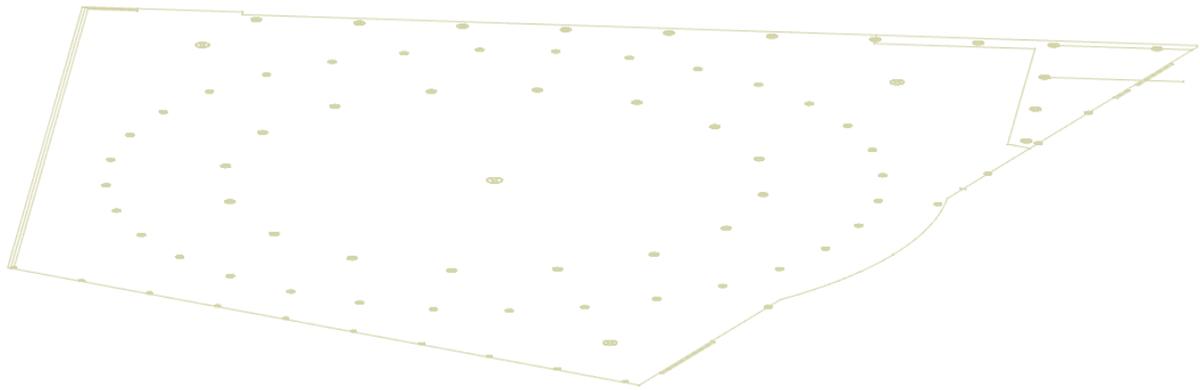
**Fig.50. Planta sótano -3**

La Fig. 51 es la planta -2, donde se muestran las distintas superficies sobre las que se aplican las distintas sobrecargas, pilares y muros perimetrales.



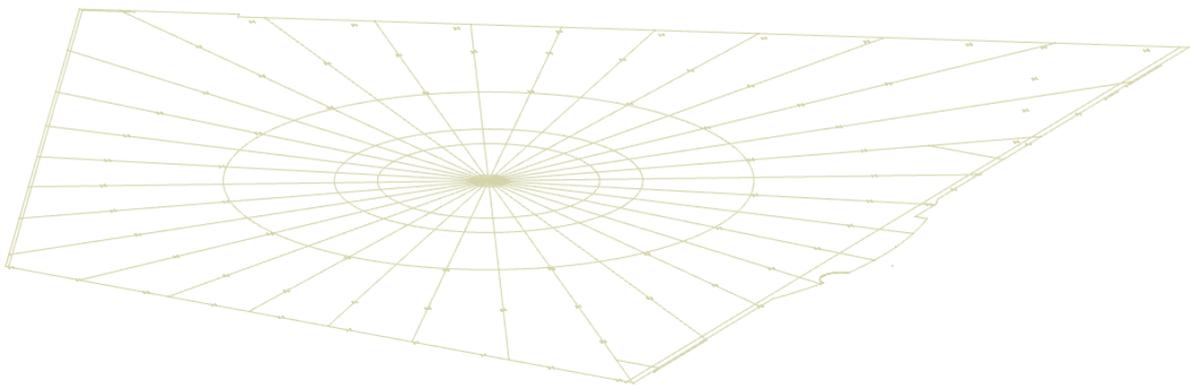
**Fig.51. Planta sótano -2**

La Fig. 52 representa la entreplanta existente en una zona reducida de la zona de administración.



**Fig.52. Planta sótano -1**

La Fig. 53 es la planta de cubierta, donde se reflejan las vigas pretensadas principales y la distribución de pilares.



**Fig.53. Planta 0**

### **9.2.1 Inserción 3D del Modelo**

Partiendo de las plantas anteriores se insertar una serie de nudos y líneas para definir el modelo, de forma que se realice un esquema 3D del edificio. A partir de este modelo tridimensional se asignarán las secciones de los pilares y vigas, así como se definirán las superficies que representan los forjados.

Las Figs. 55 hasta 58 muestran las diferentes plantas y su representación gráfica.

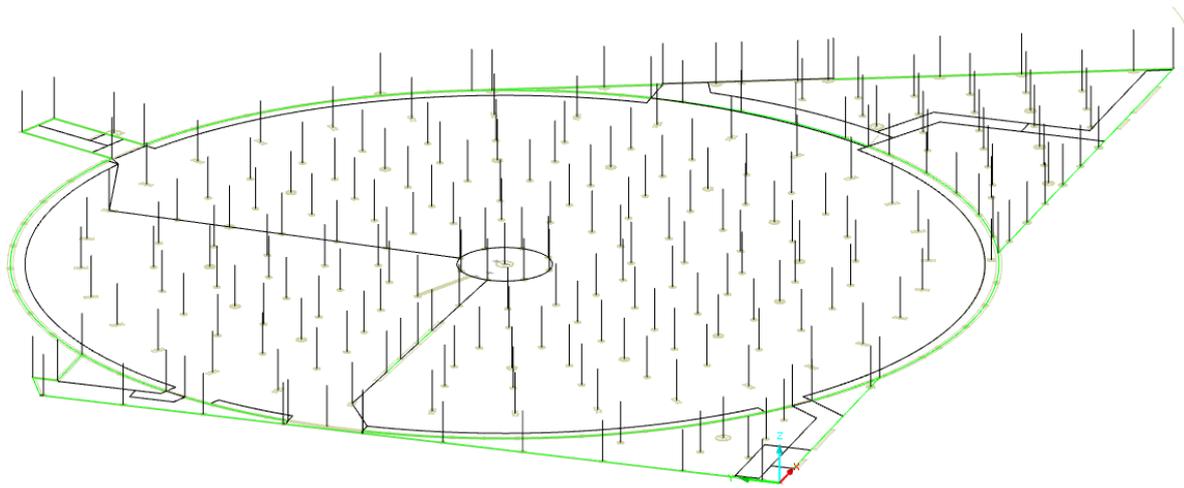


Fig.54. Planta sótano -4

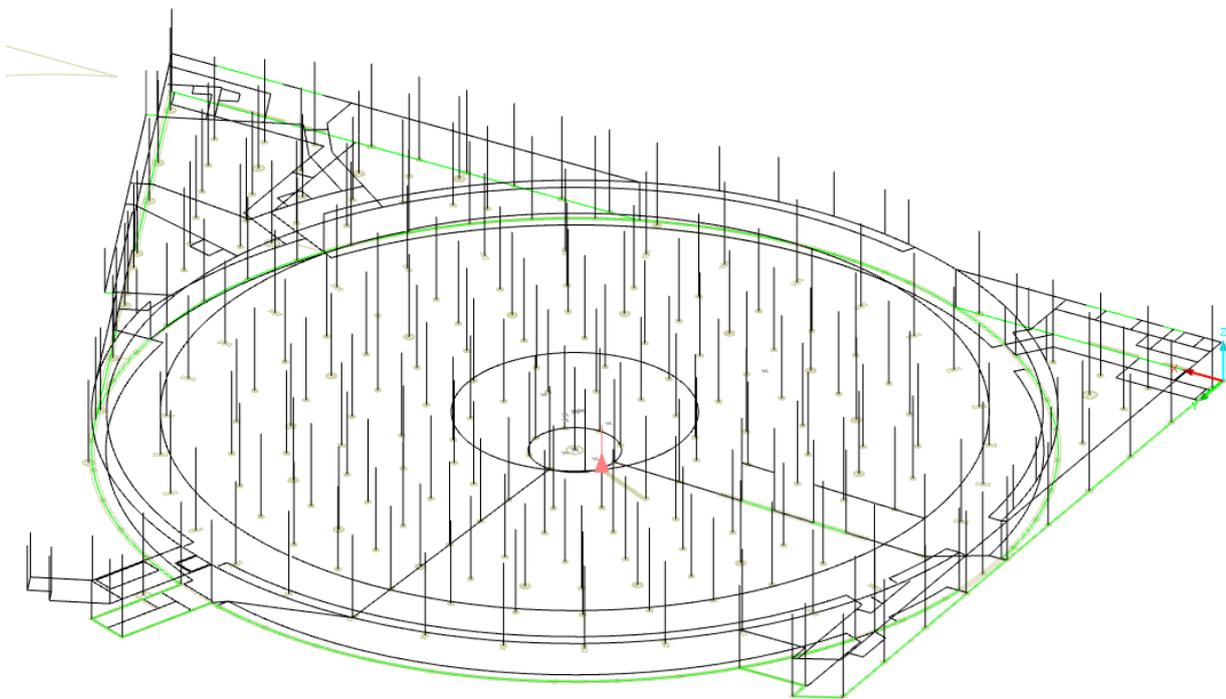


Fig.55. Planta sótano -3

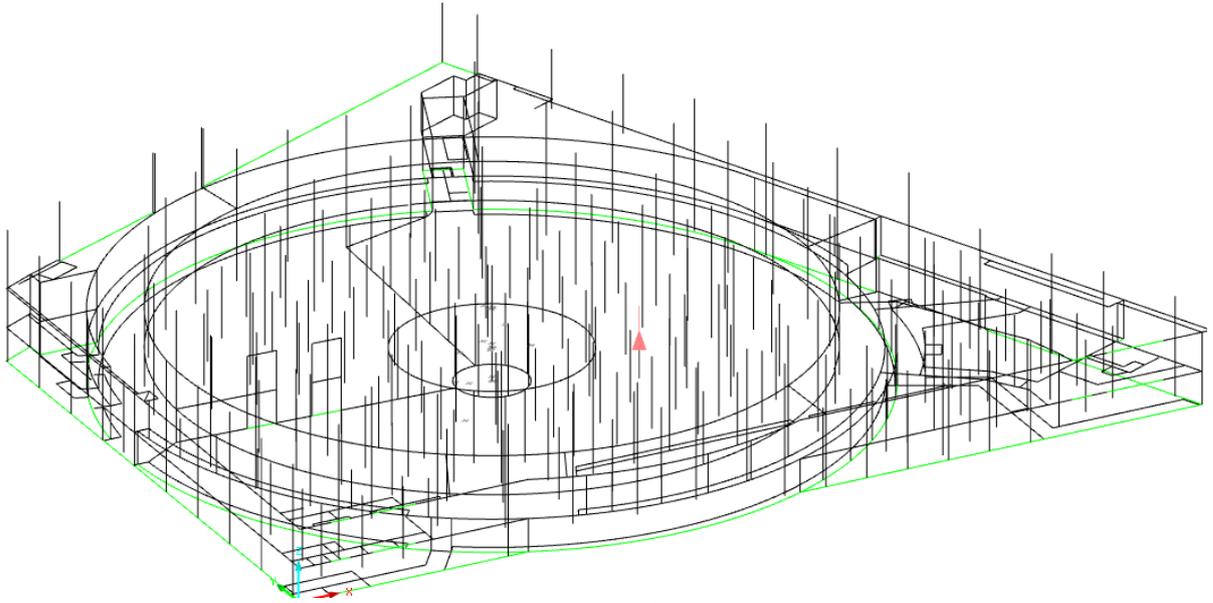


Fig.56. Planta sótano -2

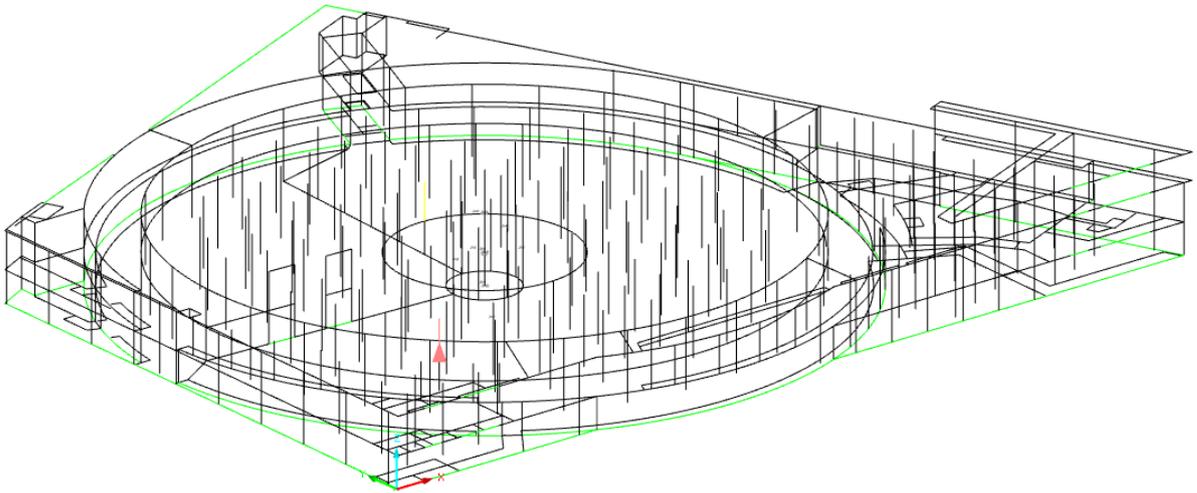


Fig.57. Planta sótano -1

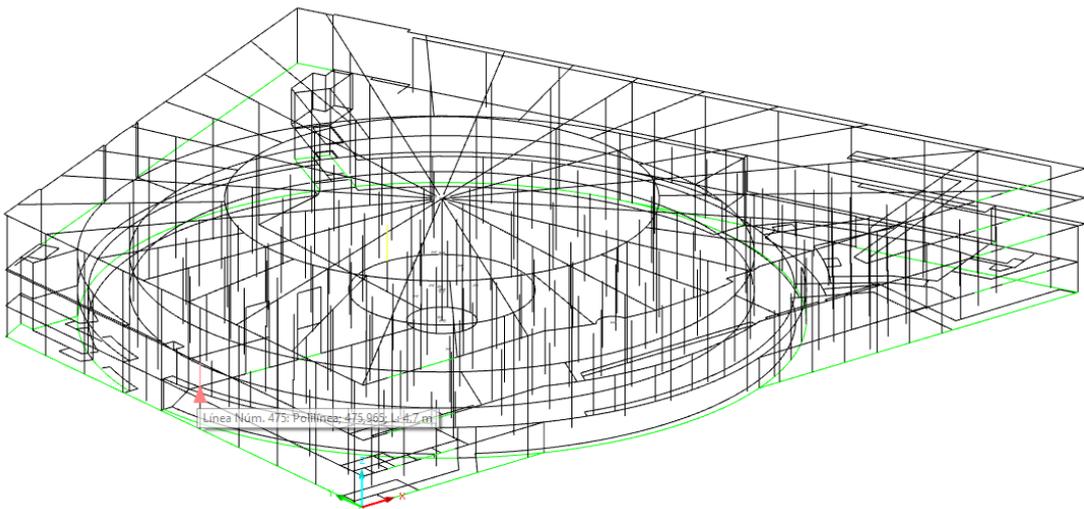


Fig.58. Planta 0

## 9.2.2 Definición de Apoyos y Cimentación

La cimentación del edificio se ejecuta mediante una losa de cimentación que recoge todos los pilares del edificio salvo la pila central, que por sus especiales características y gran concentración de pesos se cimentará mediante una zapata propia y aislada.

En el Capítulo 7, Geotecnia, se definen las características geotécnicas del estrato donde se cimentará, lo cual se tomará como base para la elección del apoyo.

### Losa de Cimentación

En el programa RFEM se definen los “Apoyos en Superficie” (Fig. 59) para calcular las losas de cimentación. Este tipo de apoyo se caracterizará por tener coaccionado el desplazamiento en el eje x, el eje y y para el eje z se determinará la constante elástica que está determinada por el terreno. Según el estudio geotécnico, el coeficiente de balasto tiene un valor de 500.000 kN/m<sup>3</sup>.

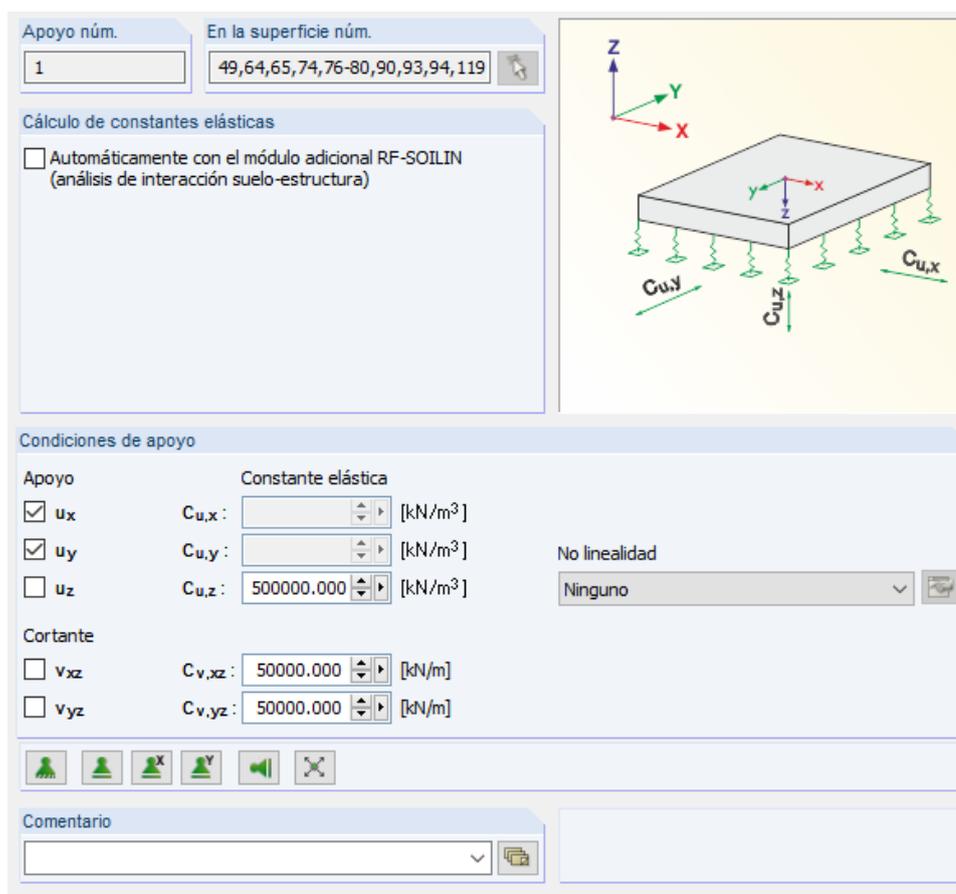


Fig.59. Coeficiente de balasto

Para introducir estos datos en el programa, se impide el desplazamiento en X, en Y. Queda por tanto en función del coeficiente de balasto de terreno la constante elástica que será la que defina la losa según se aprecia en la imagen anterior.

Para la determinación de la resistencia a cortante del terreno, y dado que no se tienen los valores en el estudio geotécnico, según las recomendaciones de diseño se toma un 10% del valor del coeficiente de balasto. Las superficies que actúan como losa de cimentación se muestran en la Fig. 60 y están situadas en el sótano -4, -3 y -2.

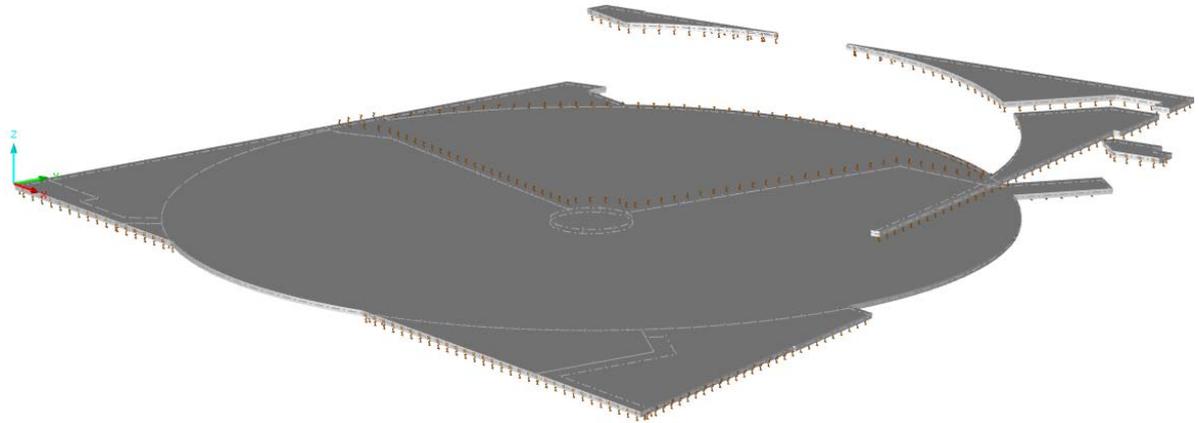


Fig.60. .Losa de Cimentación

### Muros en contacto con el terreno.

Parte del perímetro de la estructura se encuentra en contacto con el terreno, y además parte de los propios muros también se apoyan a su vez sobre la losa de cimentación. Para la introducción de estas características del programa es necesario introducir la acción del terreno sobre estos elementos (Fig. 61).

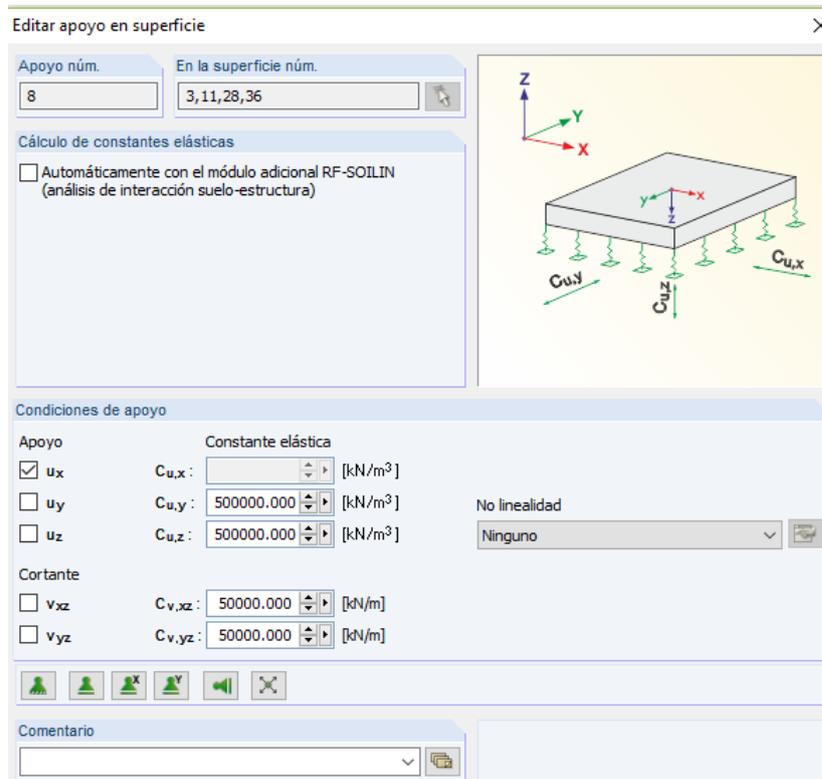


Fig.61. Apoyo en superficie

Por este motivo se debe considerar que la estructura tiene apoyos en el eje z (correspondiente al contacto con el terreno) y en el eje y (que se corresponde con el apoyo del muro en la losa de cimentación). La resistencia a cortante del terreno también se calcula según se estableció en el punto anterior.

Los muros que se encuentran bajo estas premisas se muestran en la Fig. 62.

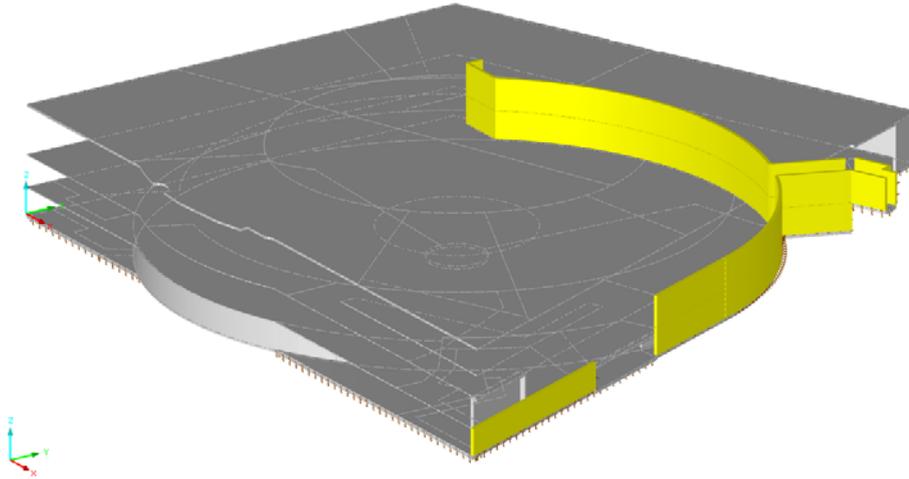


Fig.62. Muros en Contacto con el Terreno

### Apoyo de Pilares

En los pilares también se definirán los apoyos de los mismos en la planta sótano -4 y -2. Para el cálculo estructural es necesario definir también los apoyos de los pilares ya que, a pesar de estar en la losa de cimentación, si no queda definido el tipo de apoyo la estructura se convierte en un mecanismo. Para ello se seleccionarán los apoyos de todos los pilares y se caracterizarán coartando el movimiento en z (incluido en la losa de cimentación) y el resto de movimientos y giros tiene como constante elástica un valor igual a cero. En la Fig. 68 se representa la distribución de apoyos en nudos.

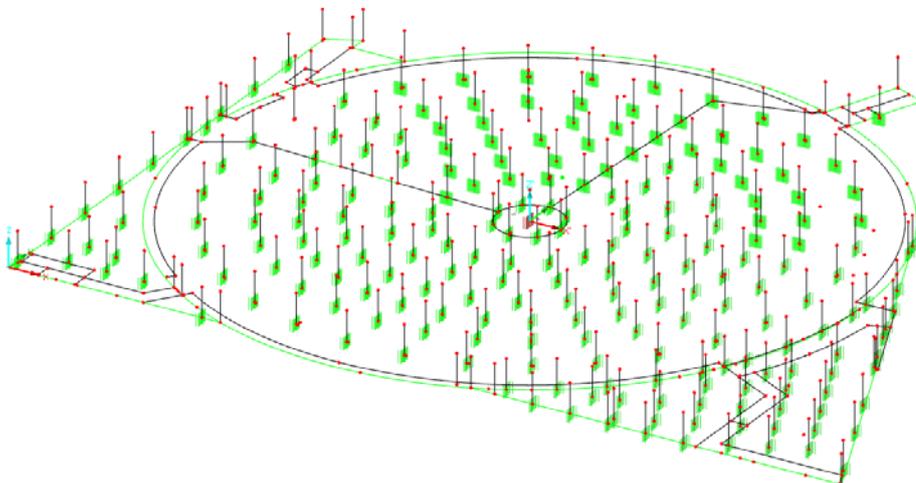


Fig.63. Apoyos en nudos.

La definición de los nudos se realiza de una forma muy similar a la anteriormente descrita según se ve en la Fig. 64.

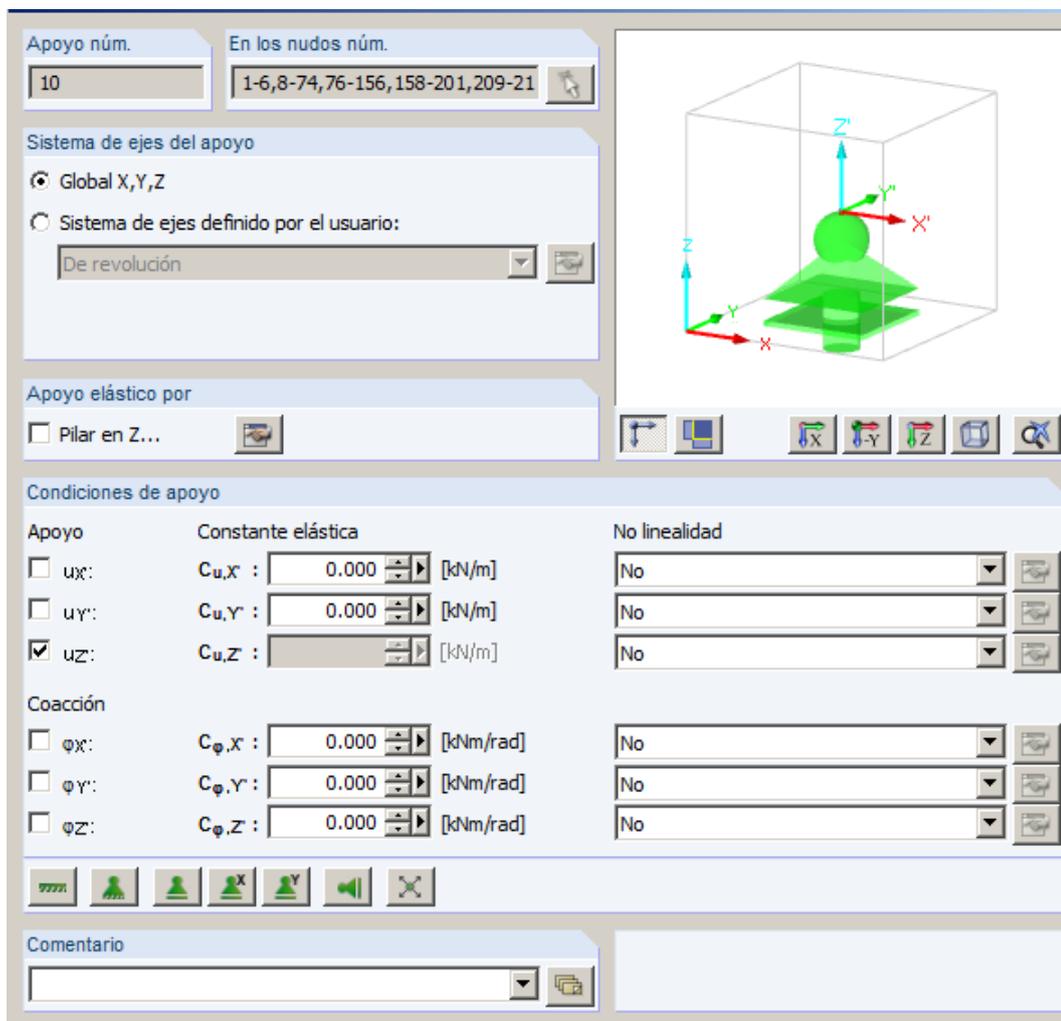


Fig.64. Apoyo en nudos

Existen una serie de pilares que no están insertados en la losa de cimentación, que son los numerados como P1, P172 Y P173. A estos pilares se les prestará especial atención para el cálculo de la cimentación correspondiente.

### Pilar en Z.

El programa RFEM permite analizar de una forma singular aquellos elementos que por mayor tamaño no son extrapolables por su comportamiento a nudos. Este caso es aplicable a la pila central, que presenta un diámetro de 2,50m, para lo que es muy conveniente aplicar unas consideraciones especiales de forma que no se obtengan datos que induzcan a error, introduciendo el material y la geometría del pilar. RFEM calcula las rigideces del muelle y ajusta las condiciones del apoyo, evitando así singularidades.

En la Fig. 65 se muestran los condicionantes impuestos:

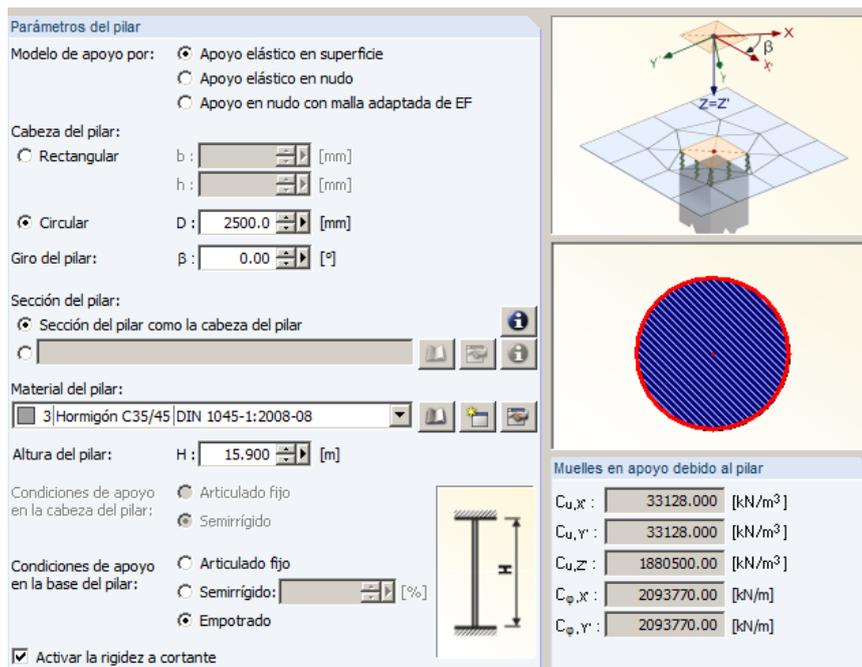


Fig.65. Pilar en Z

### Apoyos de Líneas.

La estructura principal como se ha definido en capítulos anteriores, tiene a su alrededor otra serie de estructuras con las que comparte a veces elementos en común. En este caso, existen una serie de pantallas sobre las que se apoyan distintas plantas de la estructura, según se ve en los planos A29 a 32.

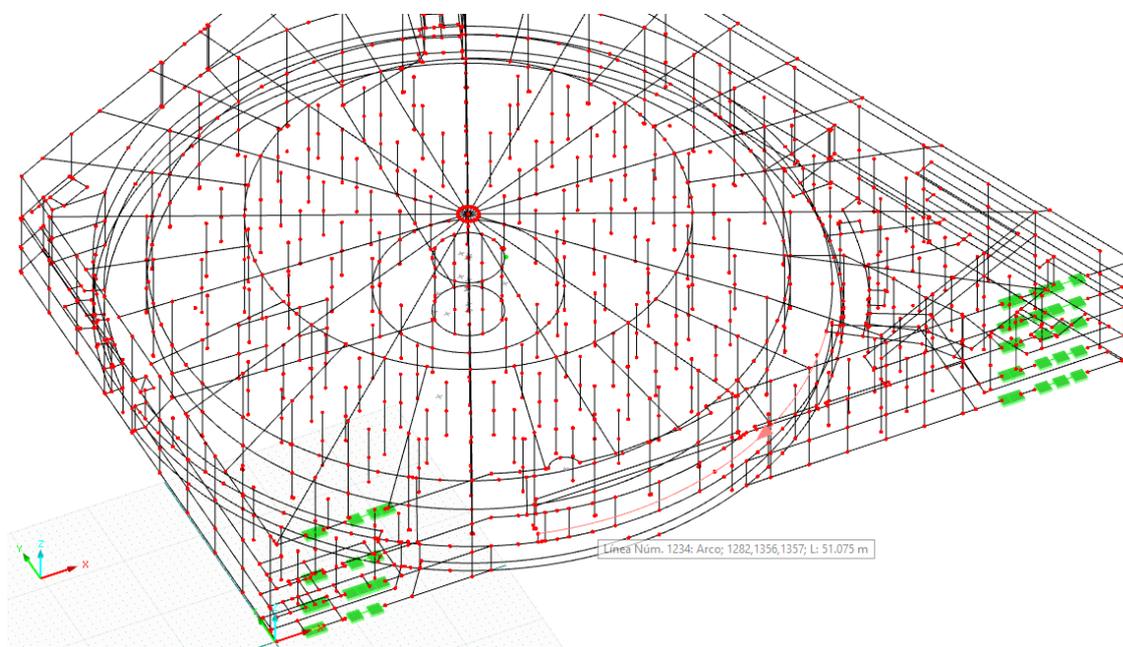


Fig.66. Apoyos en líneas.

La vinculación que se establece en el programa se basa en la coacción completa de los apoyos ante desplazamientos y giros (Fig.66). Si bien, para un cálculo más

realista, se debería tener en cuenta en el cálculo los desplazamientos que origine la estructura anexa en el cálculo y aplicarlos en este punto.

Dado que se desconocen estos desplazamientos, y según la rigidez de los mismos, se establece una coacción completa (Fig. 67).

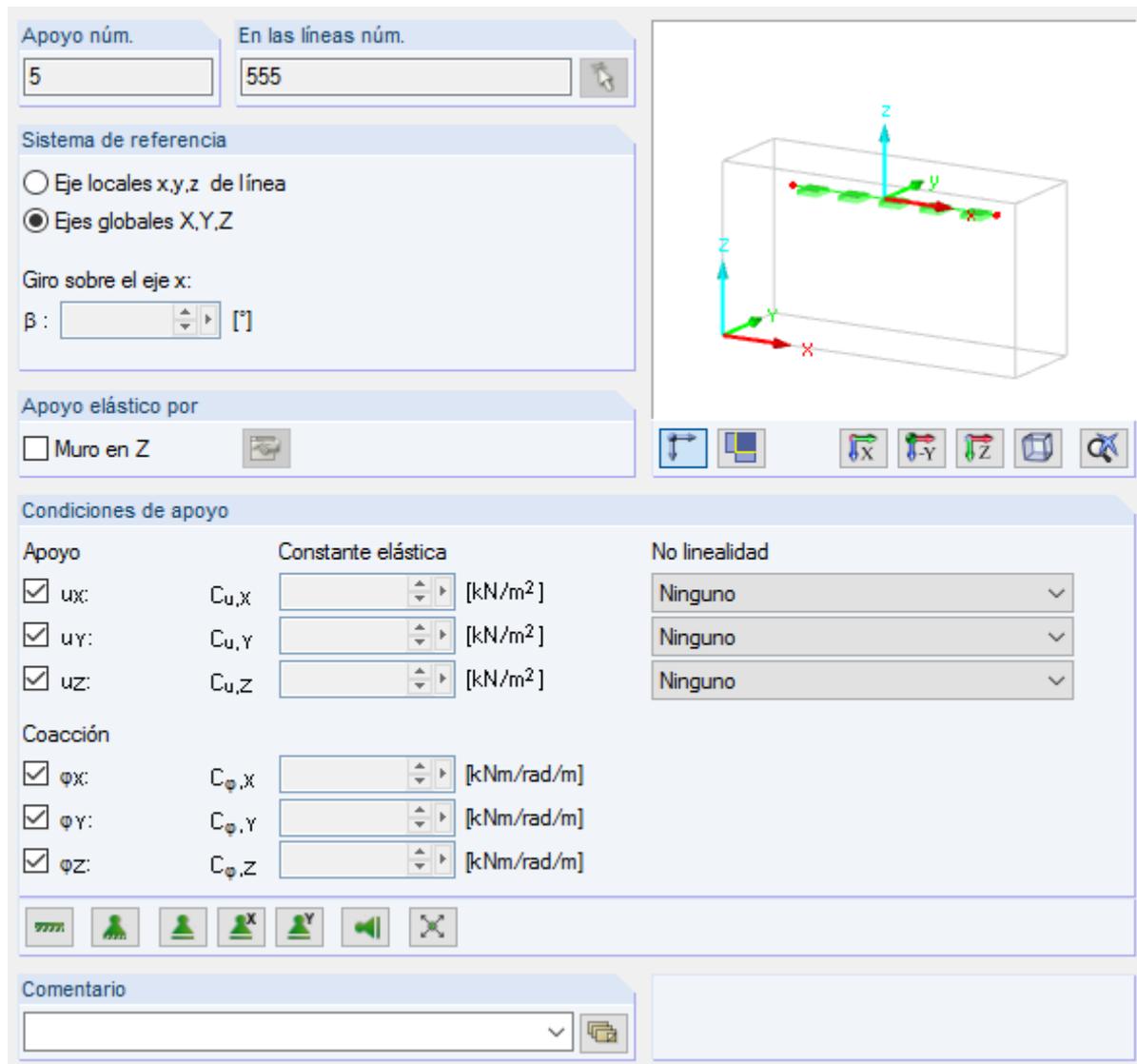


Fig.67. Definición de apoyos en línea

### Muro en Z.

Para evitar singularidades entre muro y losa, el programa RFEM incluye un apartado para tratar la unión de estos elementos que se denomina Muro en Z.

Cuando una superficie se apoya en un muro, se considera como un apoyo elástico que depende de las rigideces del muro. El apoyo en línea no representa la flexibilidad apropiada para este elemento.

Para definir los parámetros de Muro en Z se siguen los parámetros marcado en la Fig. 68

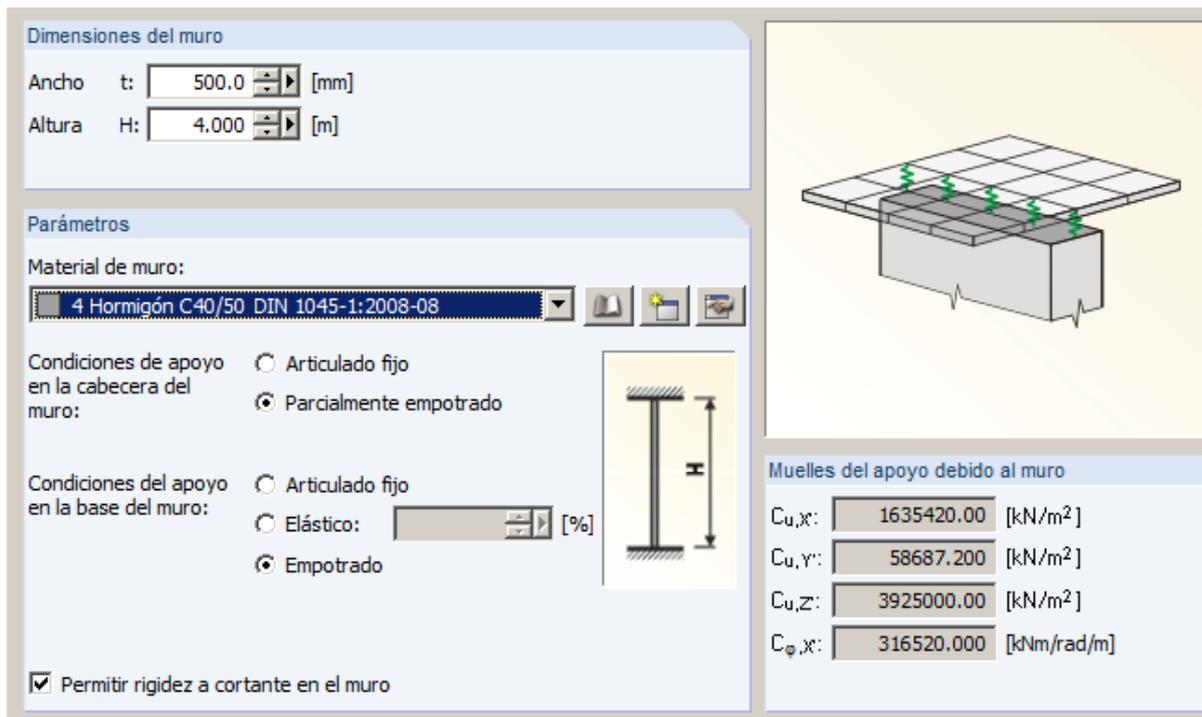


Fig.68. Definición muro en Z

Se considera tanto el ancho, el alto y el material del muro, así como el tipo de apoyo de dichos elementos tanto en cabeza como en apoyo. De esta forma se definen los coeficientes de los muelles que conforman el apoyo.

### 9.2.3 Inserción del Modelo de Cálculo

Una vez definida la cimentación se construirá el modelo de cálculo de la siguiente forma:

1.- Edición de barras. Cada línea se asocia con una sección generando una barra con las dimensiones que se han obtenido en el predimensionamiento. Estas secciones se definen en el cuadro que se muestra en la Fig.69. La forma de proceder del programa de cálculo obliga a definir el material y las dimensiones de cada barra.

Se ha de describir también el tipo de barra que se quiere considerar, ya que da varias opciones en función de su función estructural. En este caso, tanto para pilares como vigas, se seleccionará la opción viga, ya que esta tipología permite el cálculo de los elementos a tracción, compresión, flexión de manera común. Existen otras opciones que permiten considerar la barra como un elemento rígido o bien como parte de una cercha, lo cual sólo transmitiría tracciones o compresiones.

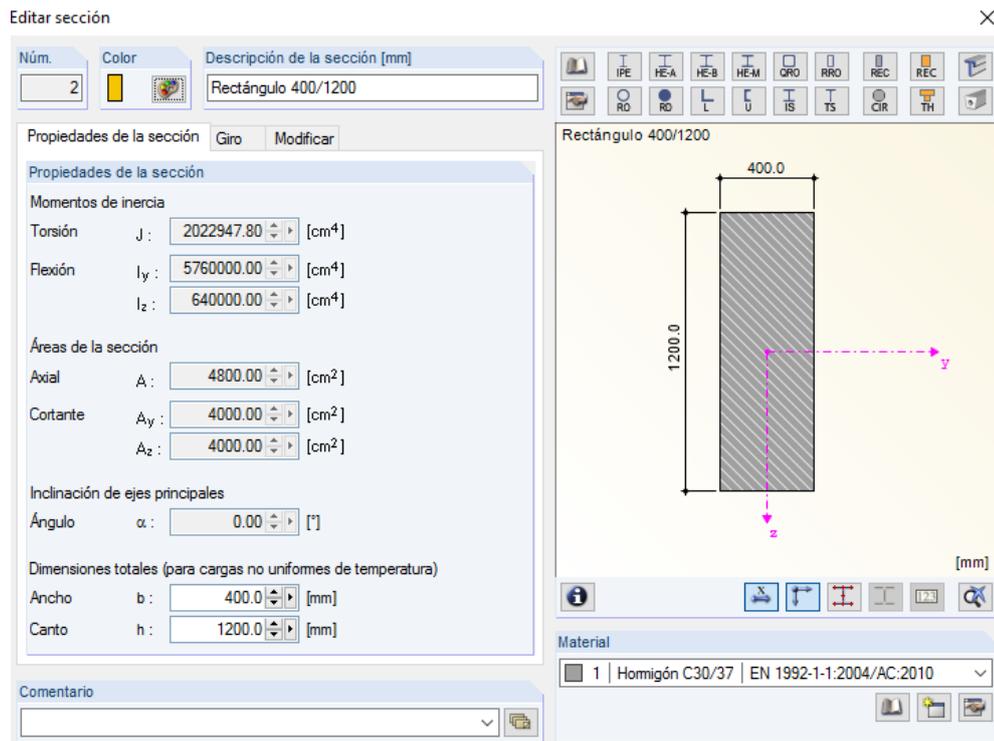


Fig.69. Edición de sección

2.- Edición de superficies. Las superficies se definen por los contornos que marcan las líneas. Con estas superficies se crean los forjados y los muros de contención y perimetrales.

La generación de superficies sólo implica la elección del material y el espesor de la misma, para lo cual se tomarán los datos obtenidos en el predimensionamiento.

A continuación se muestran las distintas etapas del modelo insertado en las Figs. 70 a 73. El programa de cálculo identifica las secciones iguales por código de colores, mientras que las superficies sólo varían para poder apreciar su posición, bien sea en horizontal o vertical.

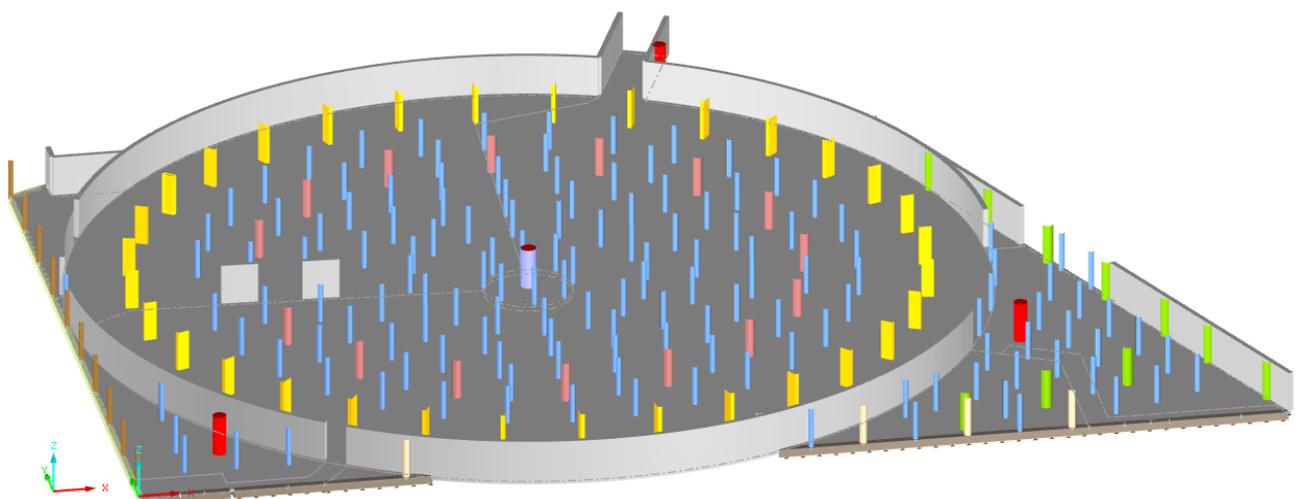


Fig.70. Planta sótano -4. Superficies

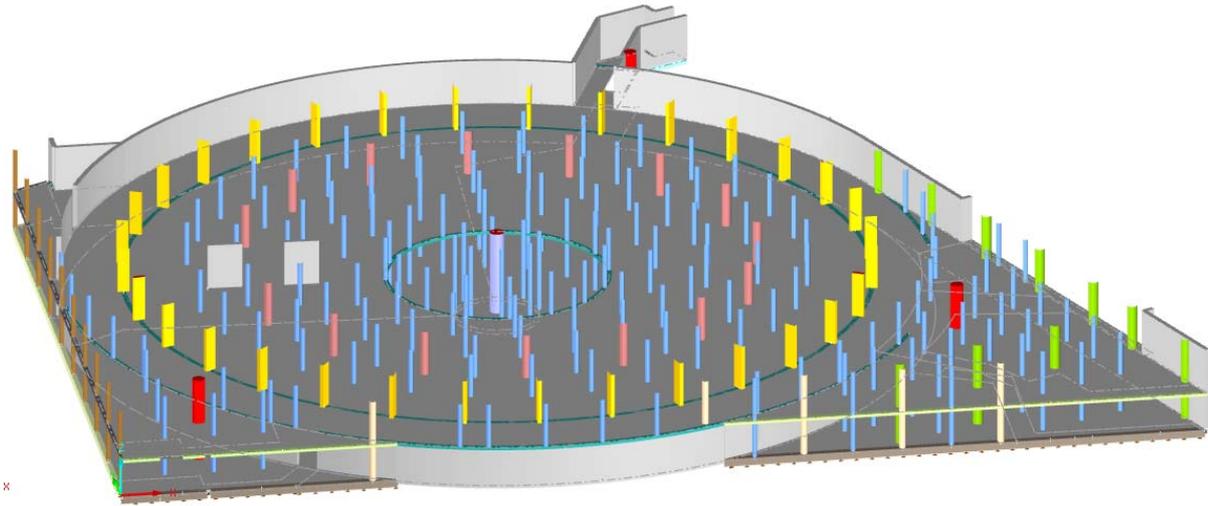


Fig.71. Planta sótano -3. Superficies.

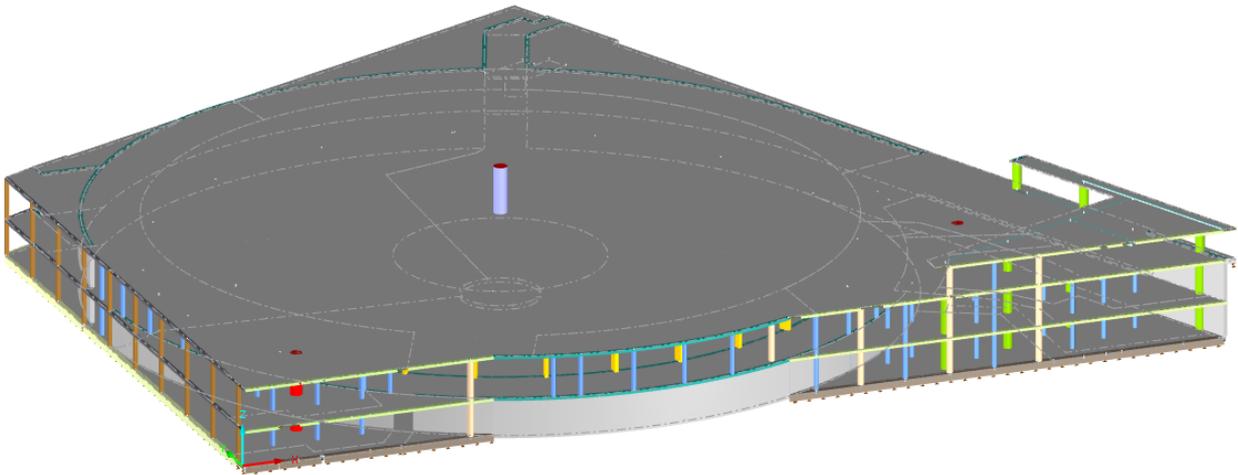


Fig.72. Planta sótano -2 y -1. Superficies

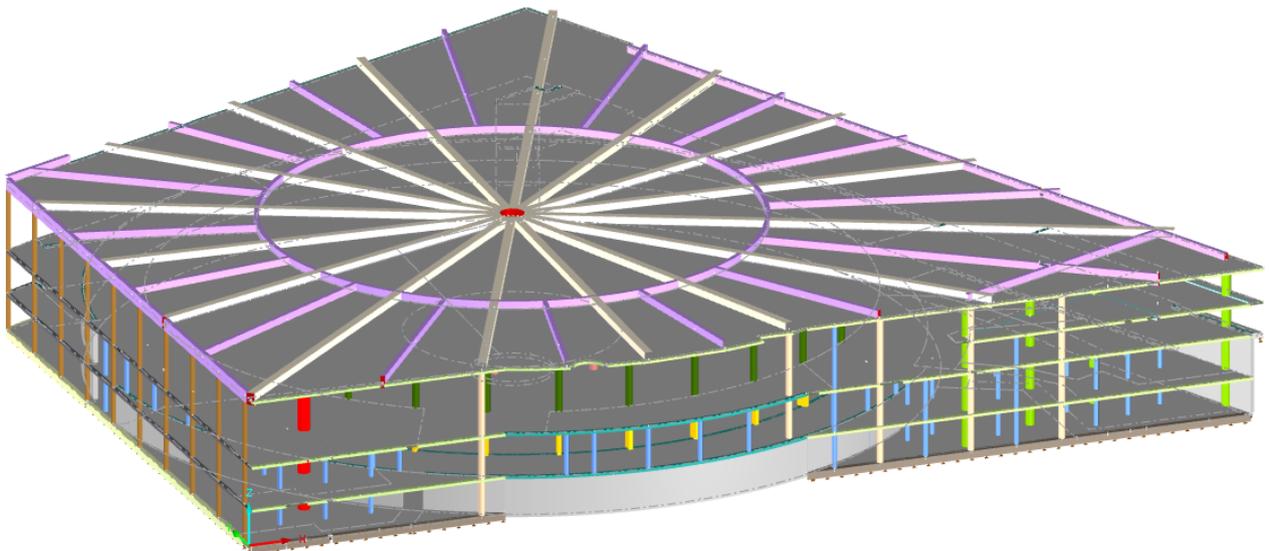


Fig.73. Planta 0. Superficies

La Fig. 73 es la más representativa de este Proyecto Fin de Grado. En ella se muestra la losa de cubierta del edificio con el sistema de vigas invertidas. Las marcadas en gris claro son las vigas principales que serán postesadas, mientras que las magenta se han colocado para compensar las grandes luces que existen entre las vigas principales, apoyándose en los pilares intermedios de la estructura. De esta forma se podrá conseguir claramente el objetivo planeado de tener un techo continuo en la planta superior sin que se aprecien las vigas.

## 9.3 Inserción de Cargas y Acciones

### 9.3.1 Inserción de Casos de Cargas

La inserción de cargas se realiza según los cálculos realizados en el Anejo B según regula el DB SE-AE.

El programa distingue las siguientes clases de cargas:

#### Cargas permanentes:

Se insertan 3 tipologías de cargas (Fig. 74):

- Peso Propio. La carga de peso propio no tendrá asignada ningún tipo de carga salvo la generada automáticamente por el programa de cálculo al señalar la pestaña “peso propio activo”.

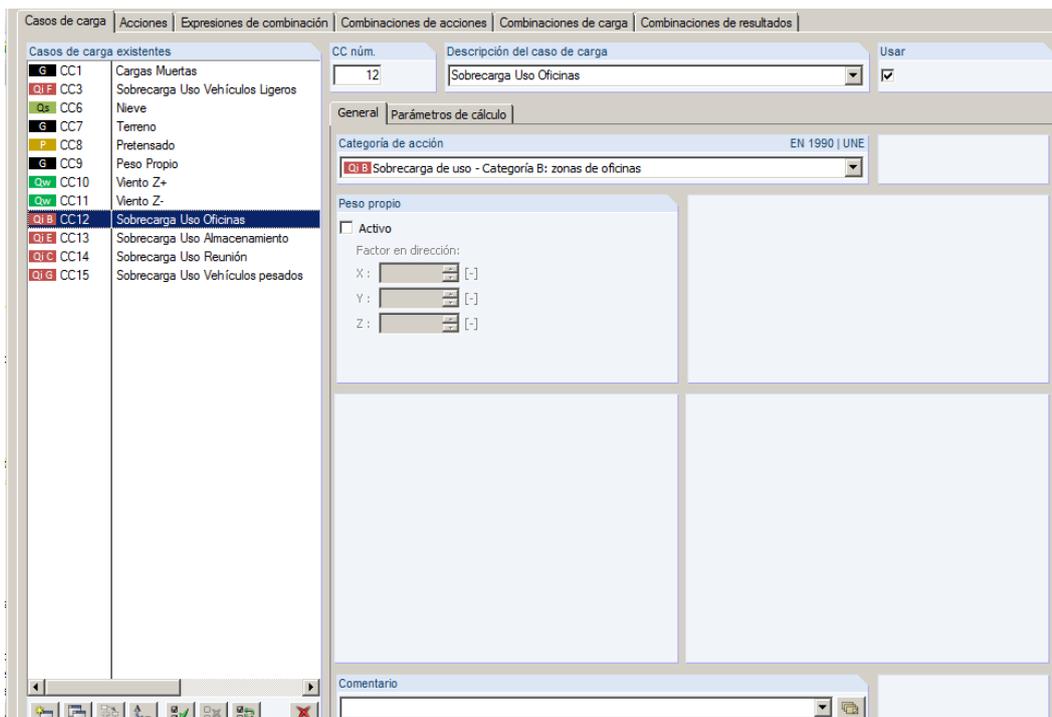


Fig.74. Casos de carga

- Cargas muertas. En este apartado se incluirán todas las cargas superficiales permanentes de la estructura. Se procede a separar estas cargas del peso propio por las distintas fases de construcción para el pretensado. No tiene ningún tipo de efecto en el cálculo ya que a la hora de combinar las cargas se aplica el mismo coeficiente para ambas (Figs. 75 a 79)

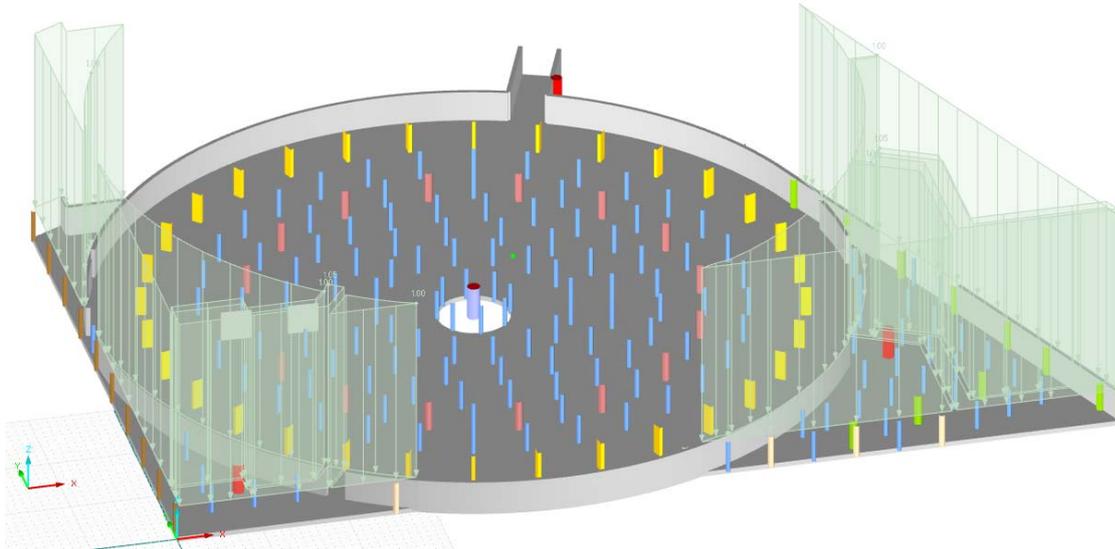


Fig.75. Planta sotano -4. Cargas muertas

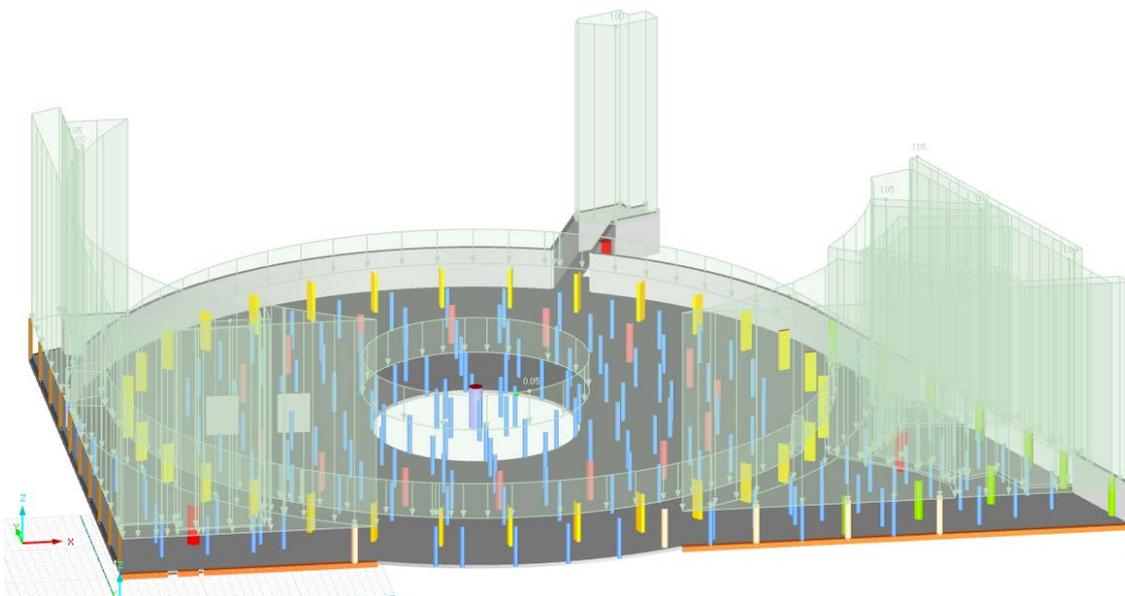


Fig.76. Planta sotano -3. Cargas muertas

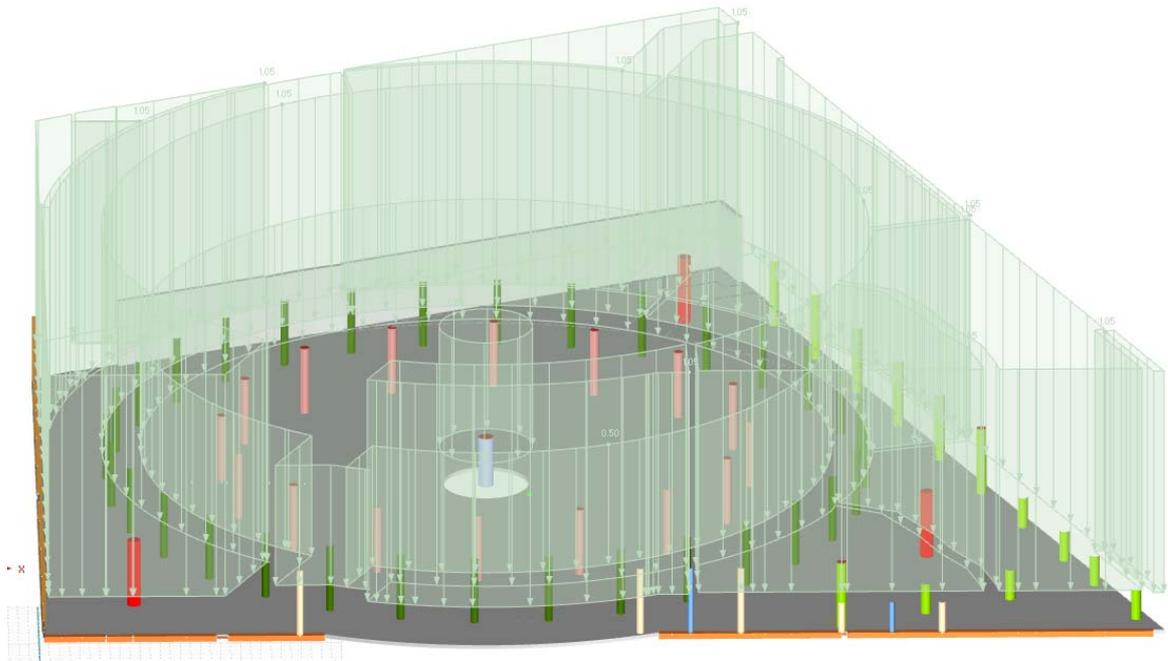


Fig.77. Planta sotano -2. Cargas muertas

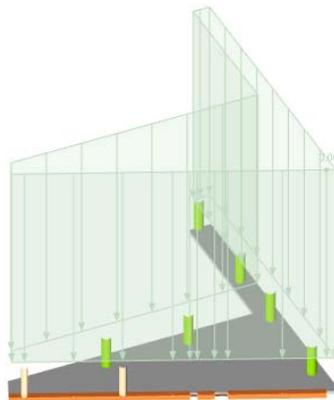


Fig.78. Planta sotano -1. Cargas muertas

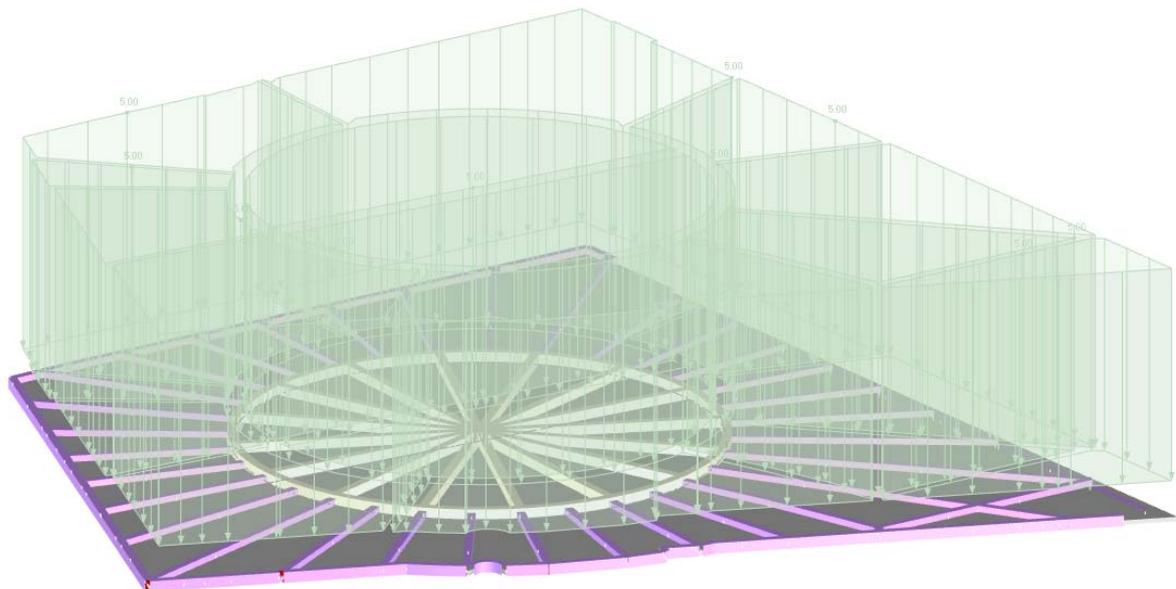
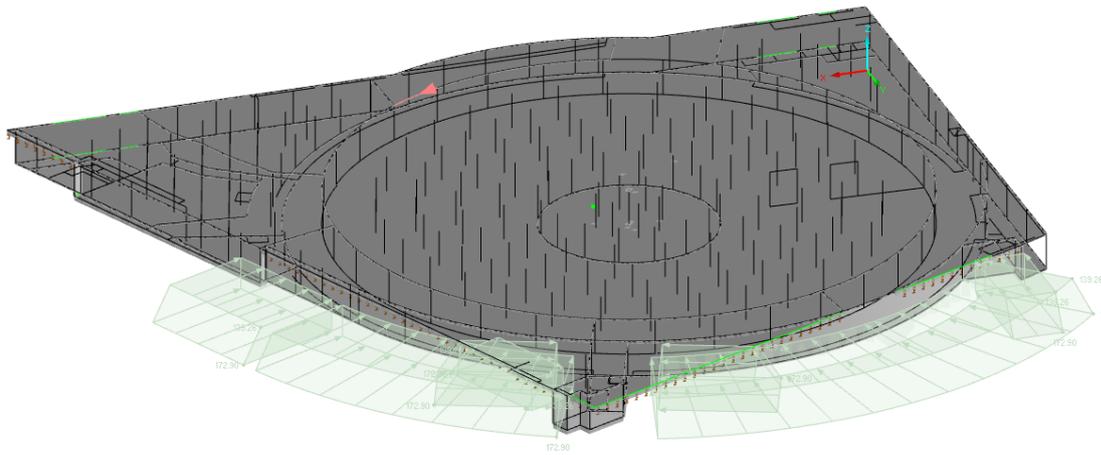
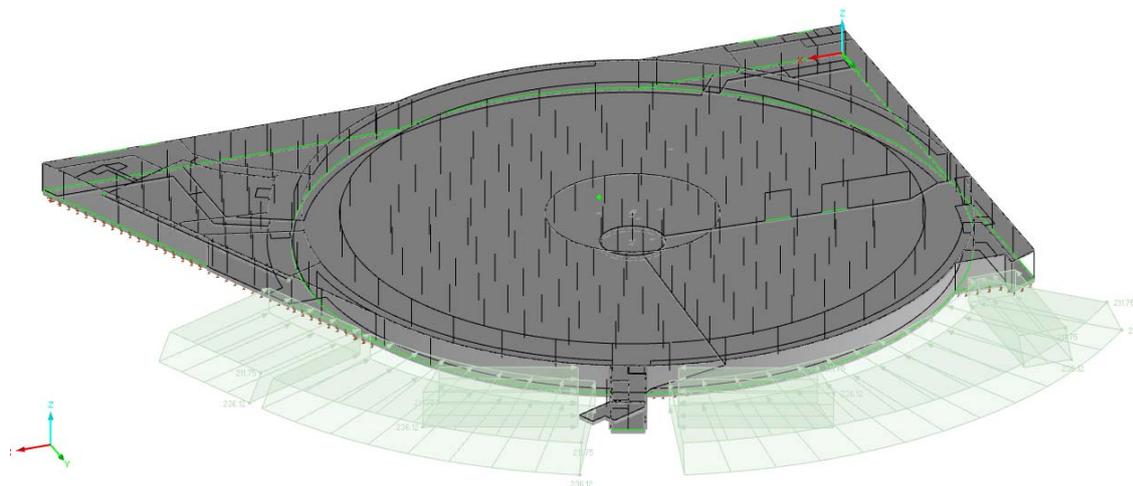


Fig.79. Planta 0. Cargas muertas

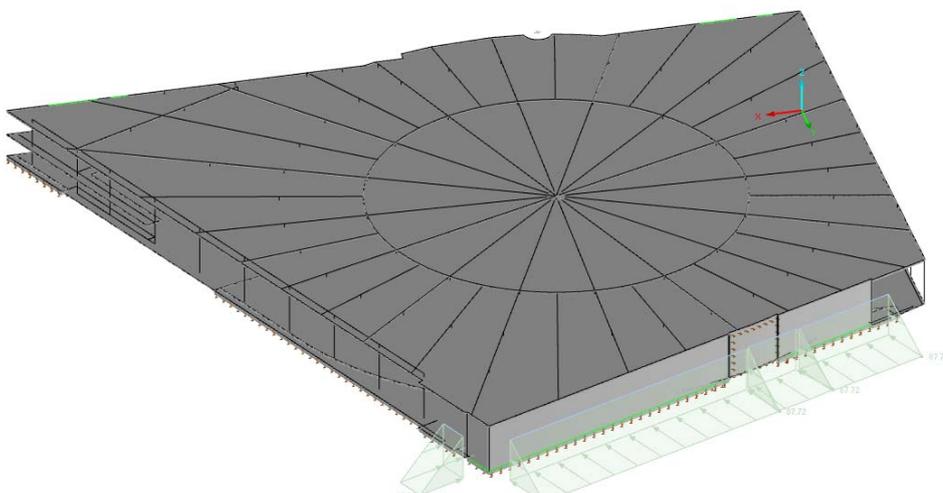
- Terreno. El empuje del terreno sobre el edificio también ha sido caracterizado en el Capítulo 12 y ha sido considerado en el programa de cálculo como cargas superficiales trapezoidales (Fig. 80 a 82).



**Fig.80.** Planta sótano -4. Cargas del terreno



**Fig.81.** Planta sotano -4 y -3. Cargas del terreno



**Fig.82.** Planta sotano -2 y Planta 0. Cargas del terreno

### Sobrecarga uso

La sobrecarga de uso se aplicará como 5 casos de cargas, ya que cada tipo de sobrecarga posee unos factores de combinación diferentes que obligan a separarlas. EL Código Técnico aplica una serie de sobrecargas que están definidas por un coeficiente de combinación. Esta tabla no refleja todos los casos, por lo que se utilizará la tabla de coeficiente de combinación de acciones variables de la UNE EN 1990, que son las siguientes:

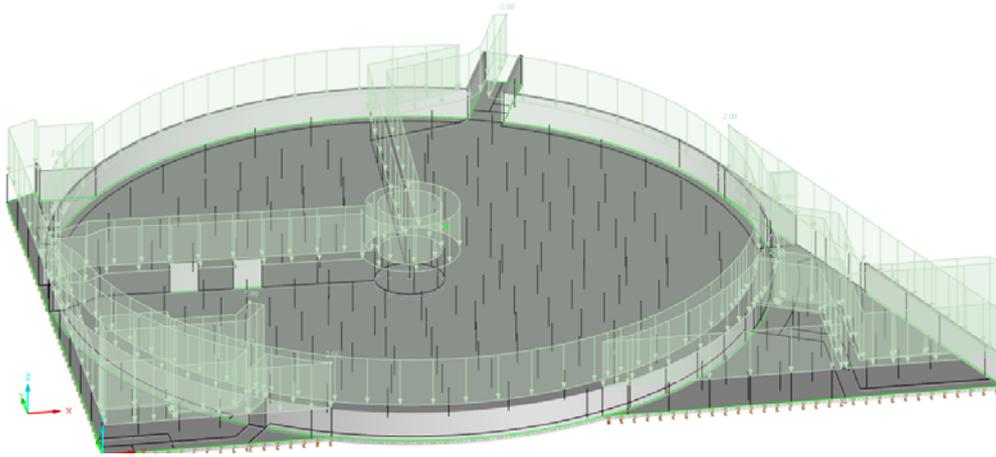
- Zonas administrativas (Categoría B). Aplicada en la planta sótano -1.
- Zonas destinadas al público (Categoría C). Aplicada en la cubierta ajardinada del edificio y en los andenes del sótano -2.
- Zona de almacenamiento (Categoría E) Aplicada en Sótano -3 y -4, en las zonas destinadas a tal efecto.
- Zona de tráfico para vehículos ligeros (Categoría F). También aplicada en los Sótano -3 y -4, en las zonas de rodadura.
- Zona de tráfico para vehículos pesados (Categoría G). Aplicada en la zona de rodadura del Sótano -2.

En la Fig.83 se muestran los coeficientes de combinación de acciones variables según la UNE EN 1990, que, según se ha comentado, son más detallados que el Código Técnico.

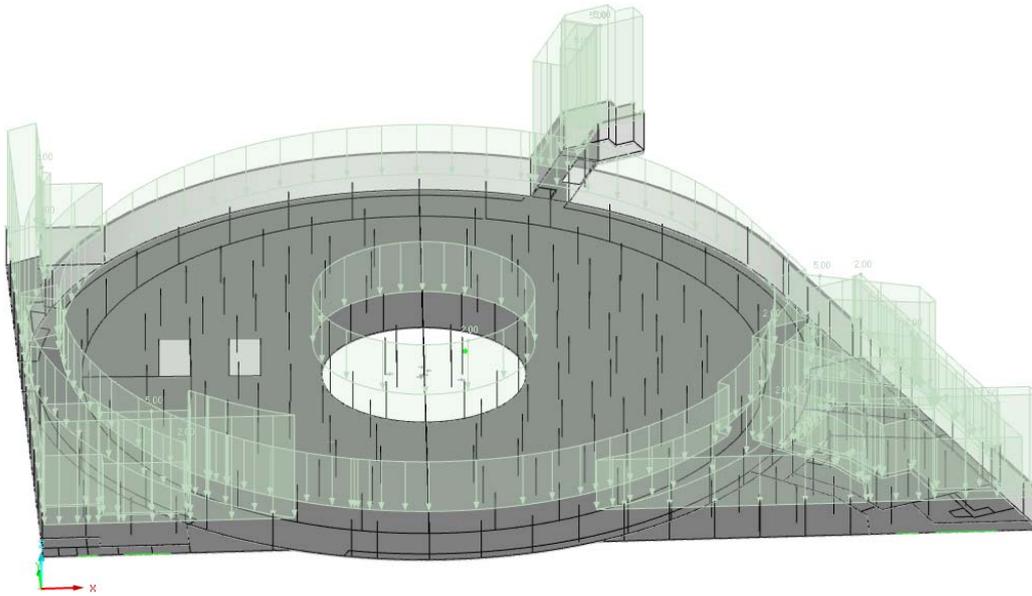
Coeficientes de combinación de acciones variables				
Categoría de acción		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
3.A	Sobrecargas de uso - Categoría A - Zonas residenciales, domésticas	0.70	0.50	0.30
3.B	- Categoría B - Zonas de oficinas	0.70	0.50	0.30
3.C	- Categoría C - Zonas de reunión	0.70	0.70	0.60
3.D	- Categoría D - Zonas comerciales	0.70	0.70	0.60
3.E	- Categoría E - Zonas de almacenamiento	1.00	0.90	0.80
3.F	Cargas de tráfico - Categoría F - Peso del vehículo $\leq 30$ kN	0.70	0.70	0.60
3.G	- Categoría G - Peso del vehículo $\leq 160$ kN	0.70	0.50	0.30
3.H	- Categoría H - Cubiertas	0.00	0.00	0.00
4.A	Cargas de nieve / - Finlandia, Islandia, Noruega, Suecia	0.70	0.50	0.20
4.B	hielo - Varios - Sitios a una altura $H > 1000$ m	0.70	0.50	0.20
4.C	- Sitios a una altura $H \leq 1000$ m	0.50	0.20	0.00
5.	Cargas de viento	0.60	0.20	0.00
6.	Temperatura (fuego exclusive)	0.60	0.50	0.00

Fig.83. Coeficientes de combinación de acciones variables

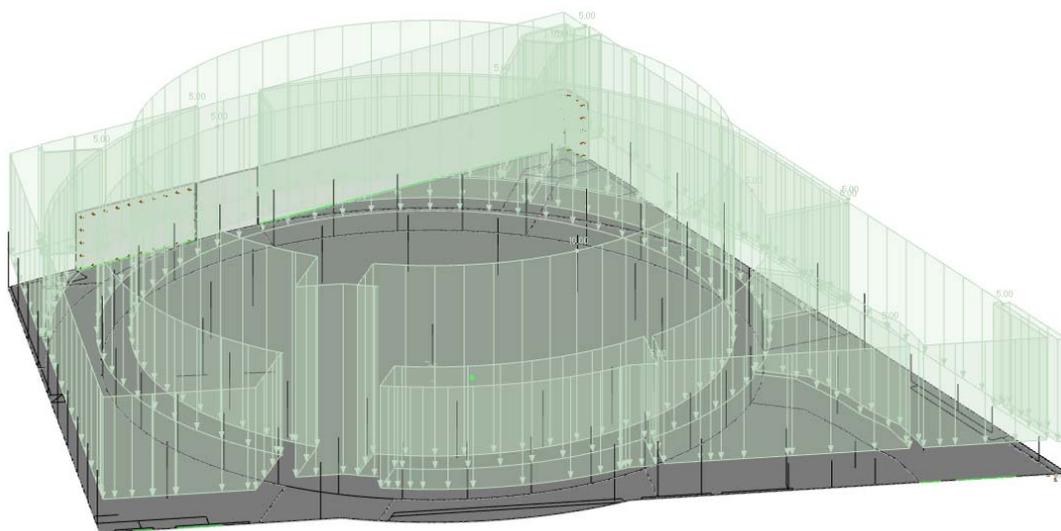
Las Figs. 84 a 98 muestran la aplicación de todas las sobrecargas de manera conjunta.



**Fig.84. Planta sótano -4. Sobrecargas de uso**



**Fig.85. Planta sótano -3. Sobrecargas de uso**



**Fig.86. Planta sótano -2. Sobrecargas de uso**

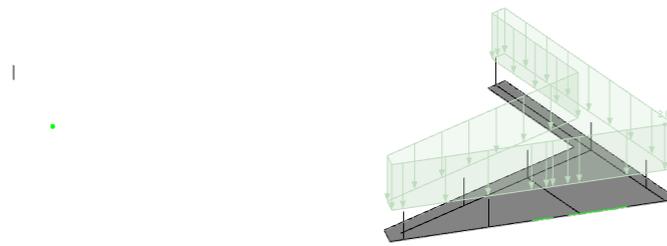


Fig.87. Planta sótano -1. Sobrecargas de uso

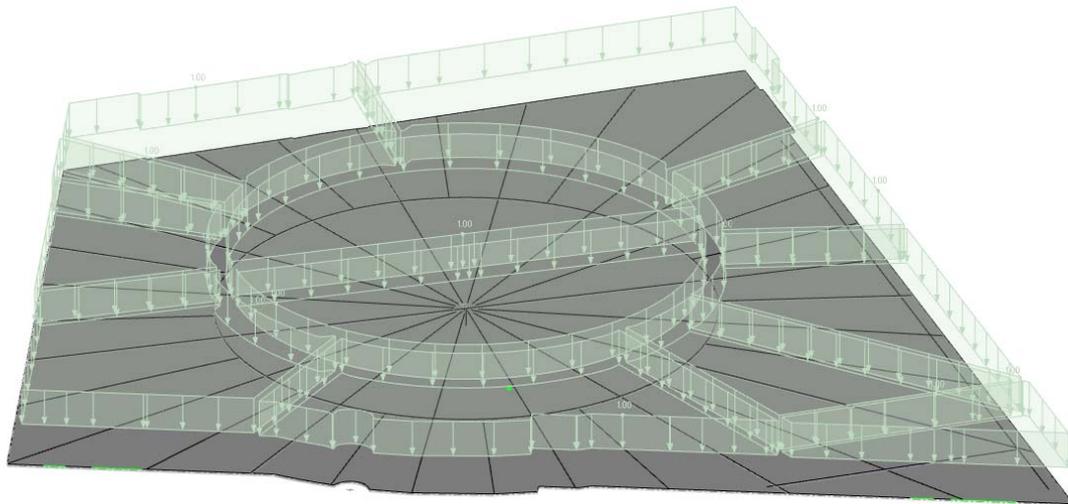


Fig.88. Planta 0. Sobrecargas de uso

### Cargas Accidentales.

Nieve. Es la única carga accidental que se va a tener en cuenta en el cálculo debido a los cálculos realizados en el Anejo B. Se aplica como una carga superficial repartida por el forjado de cubierta del edificio según la Fig. 89.

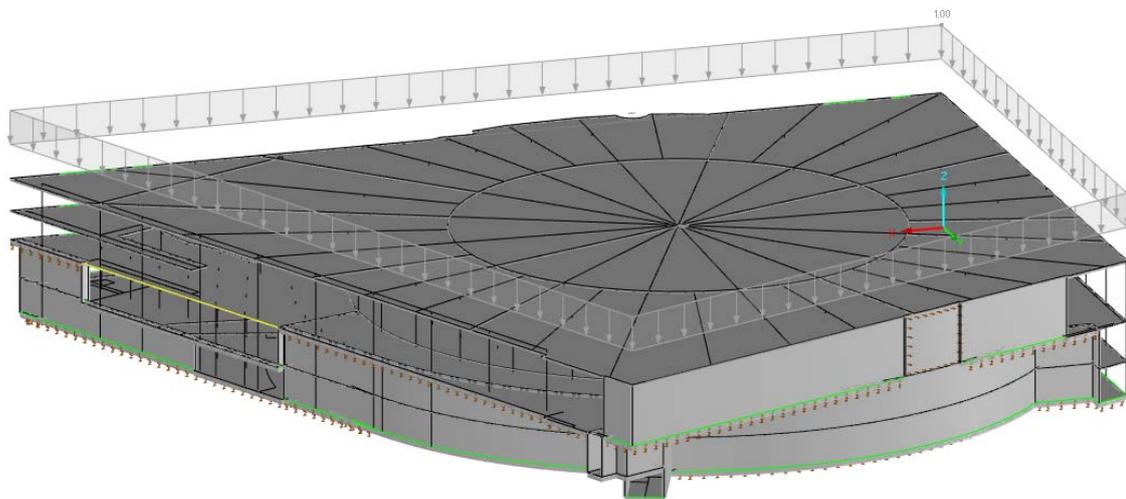


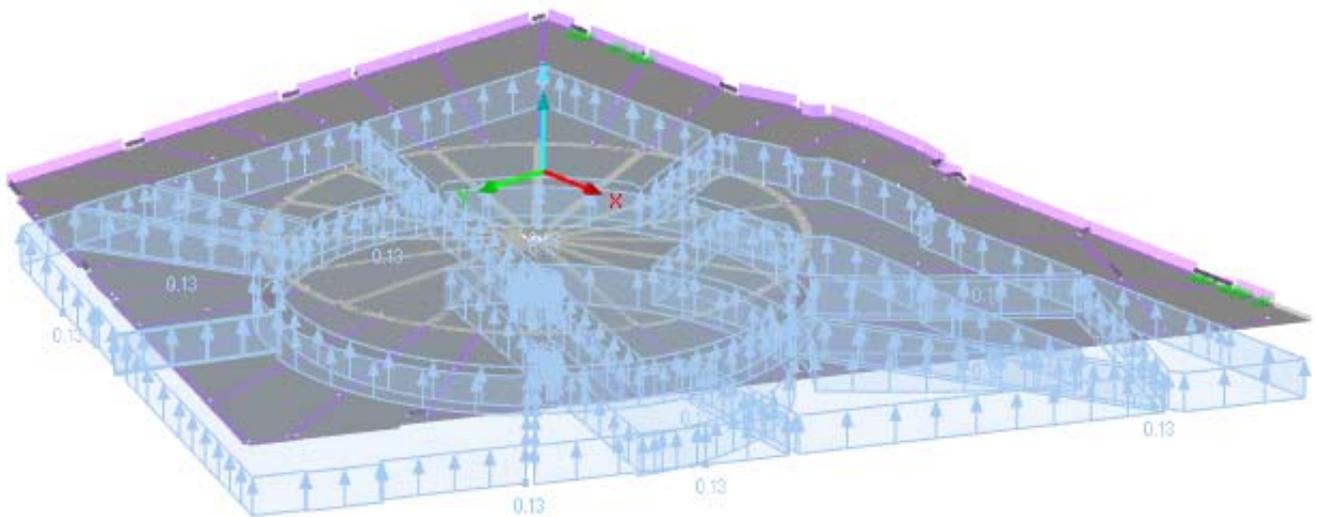
Fig.89. Planta 0. Nieve

## Viento

El viento tiene, según cálculo, sólo dos componentes aplicadas en la cubierta, ya que el resto del edificio está bajo rasante. Se disponen por tanto dos cargas en cubierta, una equivalente a succión, con sentido ascendente, y otra equivalente a presión, en sentido decreciente.

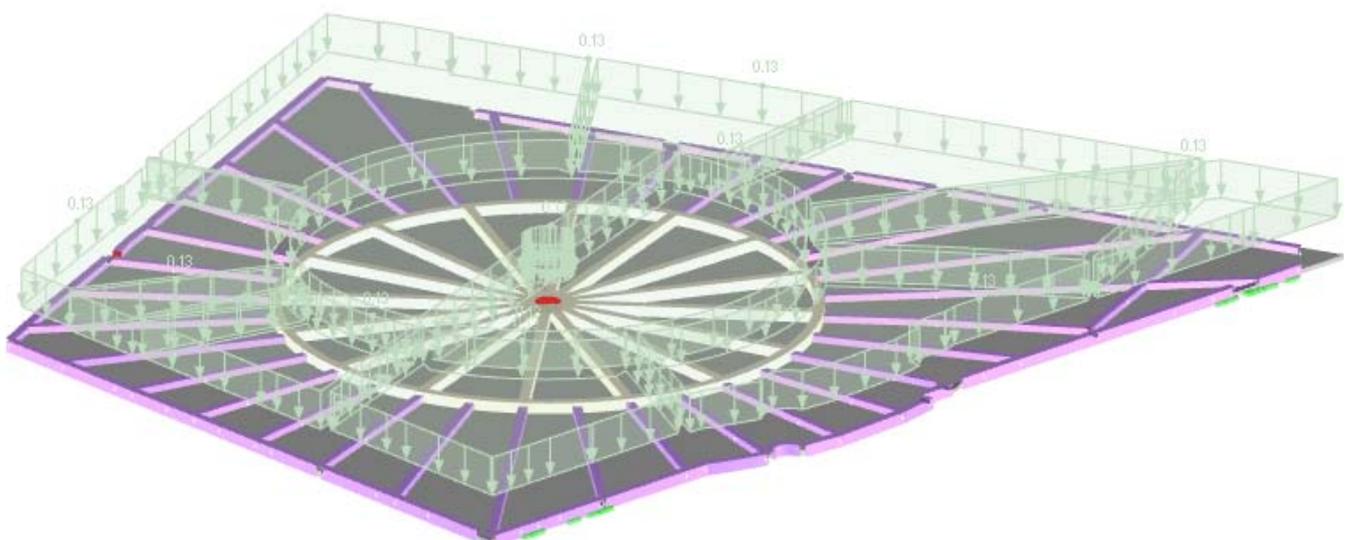
La forma de aplicación de la fuerza es como carga en superficie con el valor calculado en Anejo B. Posteriormente se aplicará la no concomitancia entre estas fuerzas.

La Fig. 90 muestra la carga de viento a succión.



**Fig.90. Planta 0. Viento succión**

La Fig. 91 representa la carga de viento a presión



**Fig.91. Planta 0. Viento presión**

### Pretensado.

El último caso de cargas corresponde al pretensado de las vigas de cubierta. En este caso, dado que se va a utilizar el Módulo RF TENDON, asociado a RFEM 5.XX. Este módulo se encarga de calcular las fuerzas de pretensado en función de las distintas combinaciones de carga que actúan sobre las vigas. Este proceso será descrito en el apartado correspondiente, pero para que el programa tenga en cuenta la existencia de estas fuerzas se ha de dejar previsto el caso de carga.

El programa de cálculo permite analizar el método de análisis a llevar a cabo en los casos de cargas, tomándose para este caso un análisis estático lineal, ya que en edificación no se producen grandes deformaciones como en otras estructuras civiles. Tampoco se producen cargas de impacto o instantáneas que nos obliguen a realizar cálculos no lineales o de segundo orden, donde se vea la respuesta de la estructura a la acción y vibración a la que somete la estructura por la introducción de este tipo de cargas.

### 9.3.2 Acciones

En el apartado de cargas del programa RFEM 5.XX (Fig.92), tras los casos de carga se encuentra la pestaña de "Acciones". Este punto resume las distintas acciones que se dan en la estructura, y son las siguientes:

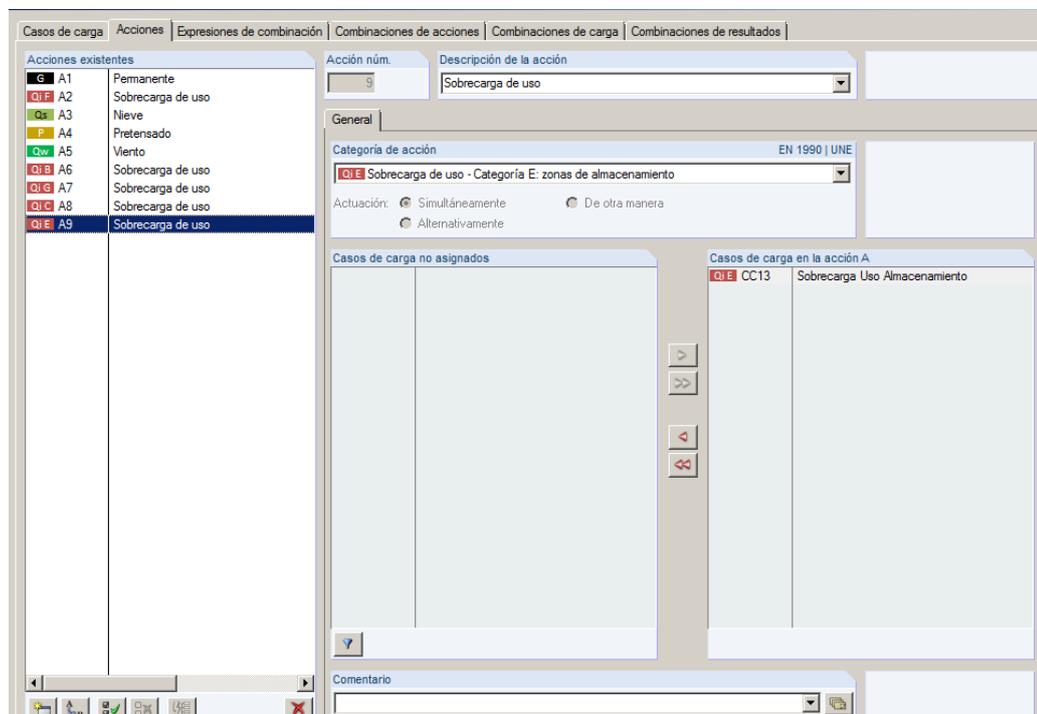


Fig.92. Acciones

- Cargas Permanentes
- Sobrecarga de Uso categoría B
- Sobrecarga de Uso categoría C

- Sobrecarga de Uso categoría E
- Sobrecarga de Uso categoría F
- Sobrecarga de Uso categoría G
- Nieve
- Viento
- Pretensado

Esta pestaña permite establecer la concomitancia entre las distintas acciones (Fig.93), de forma que se indique la forma de actuación entre ellas. De esta forma se asignan los distintos casos de carga a las acciones y se establece así la relación entre todas.

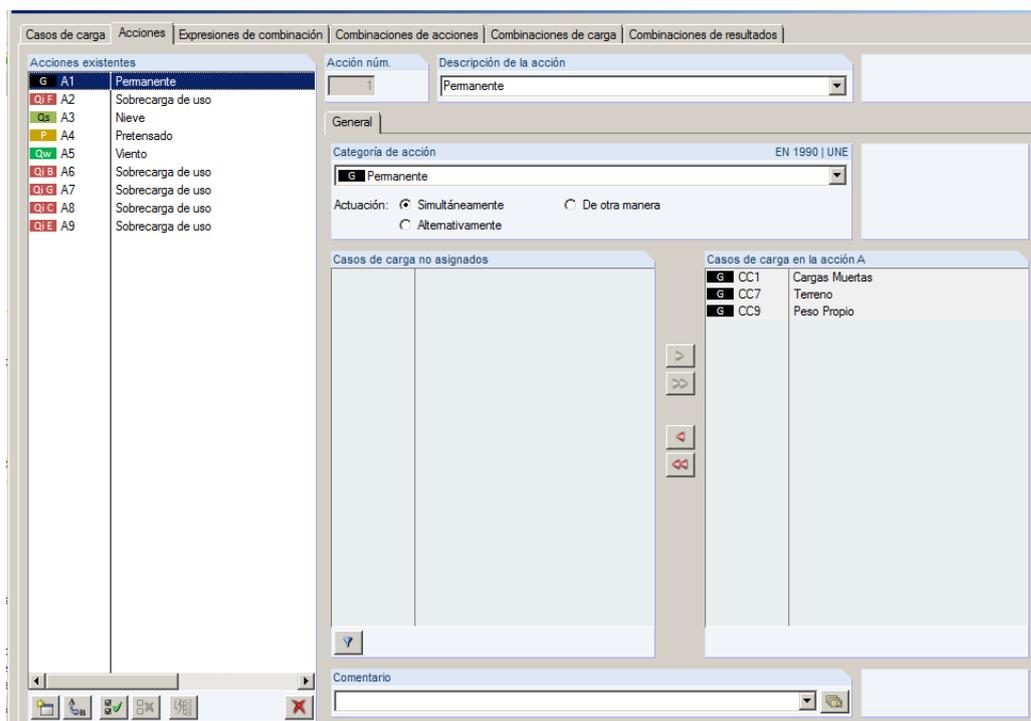


Fig.93. Concomitancia de acciones

Por ejemplo. Existen tres casos de cargas permanentes separadas. La primera es el peso propio, que se ha incluido como carga única, las cargas muertas y la carga de terreno. En este apartado se incluyen todas dentro de la Acción "Permanente".

Este caso se podría aplicar a las sobrecargas y al viento, que presentan también distintos casos de cargas.

### 9.3.3 Expresiones de Combinación

En este apartado se encuentran las distintas combinaciones de carga que establece la normativa para el cálculo de los Estados Límites últimos y los Estados Límites de Servicio.

## Estado Límite Último

Para determinar este estado se selecciona la ecuación para el cálculo del ELU, correspondiente a la **Combinación de acciones permanentes** según la siguiente fórmula definida por la EHE-08:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

El programa RFEM establece una serie de características asignables a cada combinación (Fig.94). En este caso no se tendrá en cuenta el efecto favorable de las acciones permanentes y se creará una envolvente con la resultante.

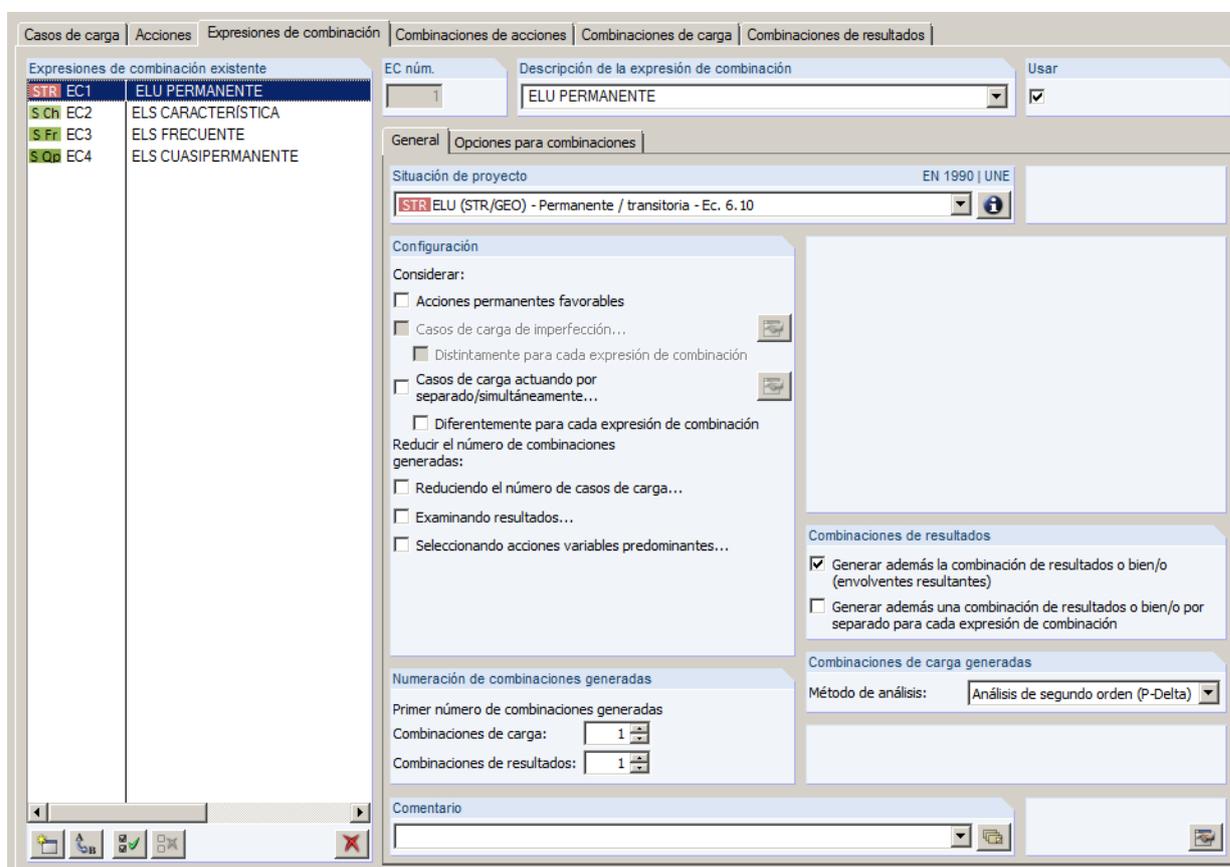


Fig.94. Expresiones de combinación

Esta ecuación se utilizará para el cálculo de armado a, flexión, cortante y torsión.

## Estado Límite de Servicio

Para el cálculo del ELS se analizan las **Combinaciones Característica, frecuente y cuasipermanente** (Fig.95).

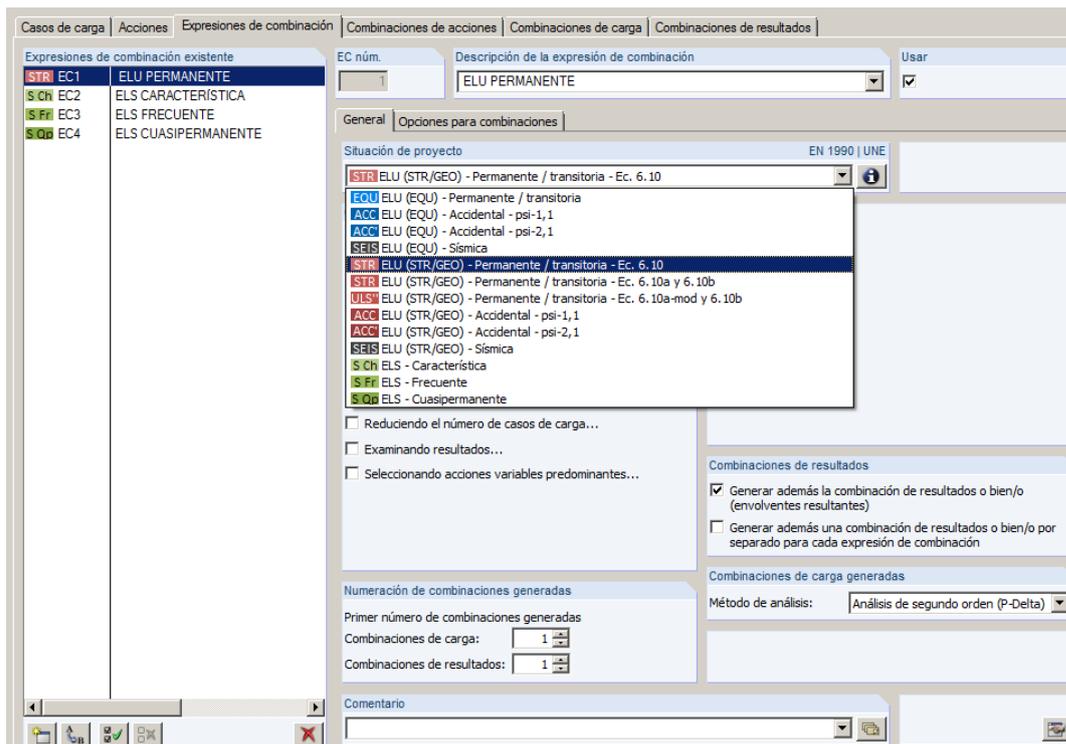


Fig.95. Definición de combinaciones

Para la combinación característica, tenemos la siguiente fórmula:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j}^* G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q_i} \psi_{0i} Q_{k,i}$$

Para la combinación frecuente, tenemos la siguiente fórmula:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j}^* G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} \psi_{1i} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q_i} \psi_{2i} Q_{k,i}$$

La combinación cuasipermanente se define así:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j}^* G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \sum_{i > 1} \gamma_{Q_i} \psi_{2i} Q_{k,i}$$

Dónde:

- $G_{k,j}$ : Valor característico de cada acción permanente
- $G_{k,m}^*$ : Valor característico de cada acción permanente de valor no constante
- $P_k$ : Valor característico de la acción de pretensado.
- $Q_{k,i}$ : Valor característico de la acción variable dominante

$\Psi \cdot Q_{k,i}$ : Valor de la combinación de acciones variables concomitante con la acción de variable dominante.

$\gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$ : Coeficientes parciales.

Una vez calculadas estas combinaciones, se procederá a comprobar los siguientes puntos:

- Limitación de tensiones máximas de compresión a  $0,60 f_{ck}$
- Limitación de tensiones máximas de la fibra más traccionada, correspondiente a momento de fisuración para la Combinación de Cargas Característica.
- Limitación de tensiones máximas de la fibra más traccionada, correspondiente a momento de descompresión para la Combinación de Cargas Frecuente o Cuasipermanente.
- Limitación de deformaciones, con una flecha inferior a  $L/1000$  para la Combinación de Cargas Frecuente o Cuasipermanente

### 9.3.4 Combinaciones de Acciones

Aplicando las expresiones de combinación, y con los criterios de simultaneidad marcados en la pestaña de acciones, en la sección de combinación de acciones se muestran las combinaciones que se obtienen, resultando un total de 1.475 casos (Fig.96).

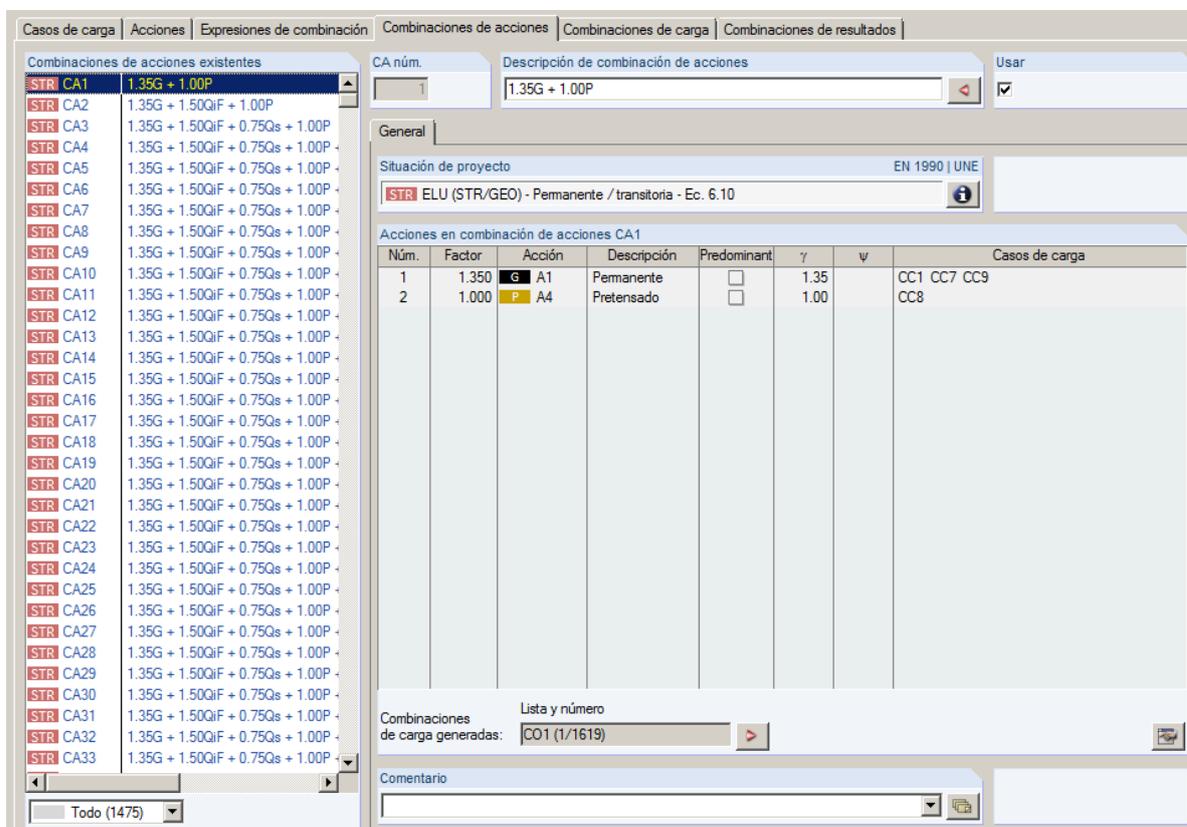


Fig.96. Combinación de acciones

En este edificio sólo existen dos acciones que alberguen más de un caso de carga:

- Permanentes: Que incluyen el peso propio, las cargas muertas y el empuje del terreno. Estas cargas actúan simultáneamente.
- Viento: Se han introducido dos casos de cargas, de presión y succión, que se aplican alternativamente, quedando reflejado en las combinaciones pertinentes.

### 9.3.5 Combinaciones de Cargas

De igual forma que el apartado anterior, se establecen las combinaciones de cargas considerando los factores de combinación aplicables (Fig.97). Además se fija los parámetros de cálculo, que consistirá en el análisis de segundo orden (P-Delta/P-delta), mediante el método de Picard.

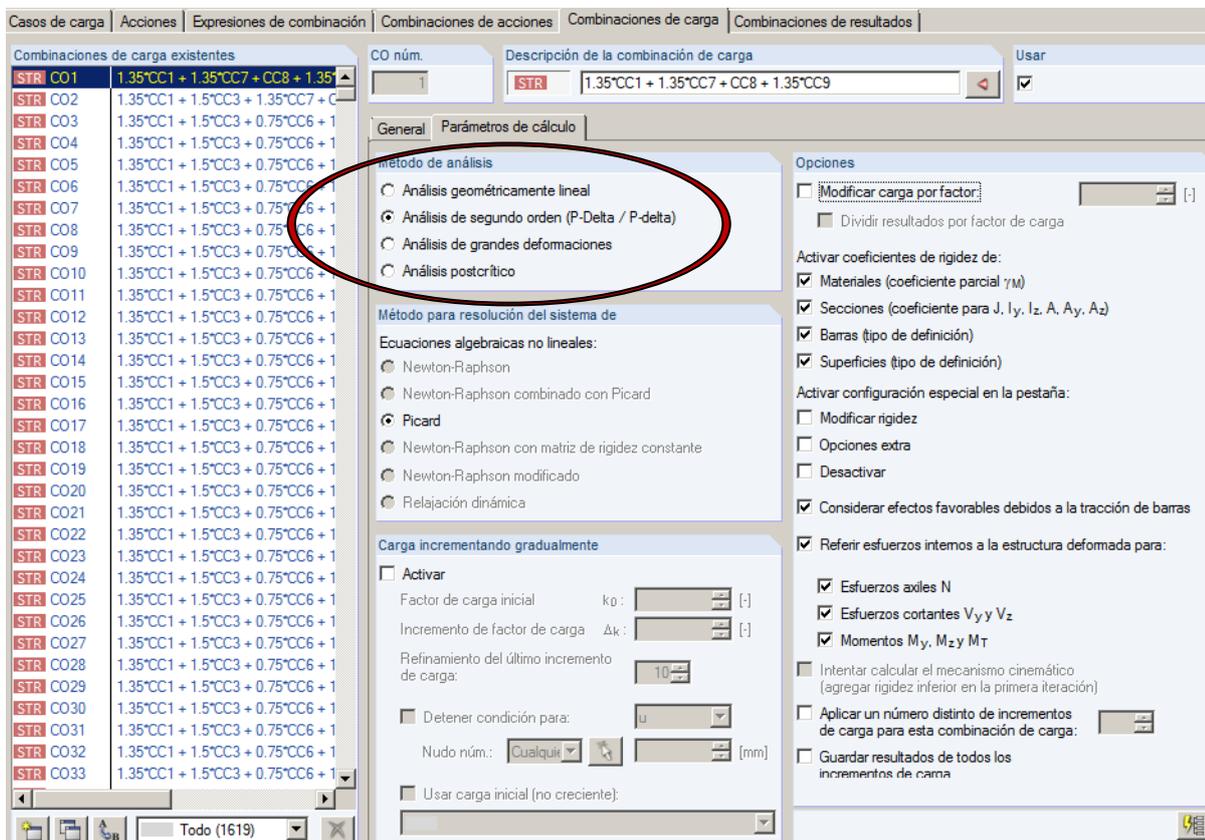


Fig.97. Análisis de segundo orden

En el análisis P-Delta o de segundo orden, las estructuras ya no se calculan de forma lineal aplicando el principio de superposición, si no que se tienen en cuenta las deformaciones a la hora de calcular los esfuerzos, lo que genera unos momentos adicionales de segundo orden. Determinar el equilibrio de un sistema deformado, suponiendo pequeñas dichas deformaciones, supone un incremento de los momentos flectores derivados de los esfuerzos axiales.

Este análisis se aplica a elementos en los que estos efectos de segundo orden no pueden ser despreciados ya que, por su geometría y esbeltez, se pueden ver sometidos a efectos de pandeo, tales como pilares aislados, pórticos traslacionales y estructuras reticulares. El método según Picard, también conocido como método de la secante, es un método iterativo que consiste en la aproximación de las derivadas por diferencias finitas del método de Newton, considerando la diferencia entre el recorrido de las iteración actual y el recorrido de la iteración original en la etapa de incremento de la carga actual.

Aplicando la EHE se ha de comprobar la traslacionalidad de la estructura, según art. 19 y 43. Aunque no define de manera clara cuándo se considera una estructura traslacional o no, sí se puede atribuir a la estructura del presente trabajo su intraslacionalidad debido a la coacción que presenta por estar enterrada, lo cual relaja los posibles efectos de segundo orden sobre los pilares.

Por tanto, y según el art. 43.3 de la EHE, se considera la estructura intraslacional, por lo que se puede aplicar el cálculo lineal comprobando después los efectos de segundo orden en los pilares aislados según el art. 45.5.

### 9.3.6 Combinaciones de Resultados

En esta última pestaña (Fig.98) se resumen las distintas combinaciones para en análisis estructural con la aplicación de los coeficientes definidos en las pestañas anteriores.

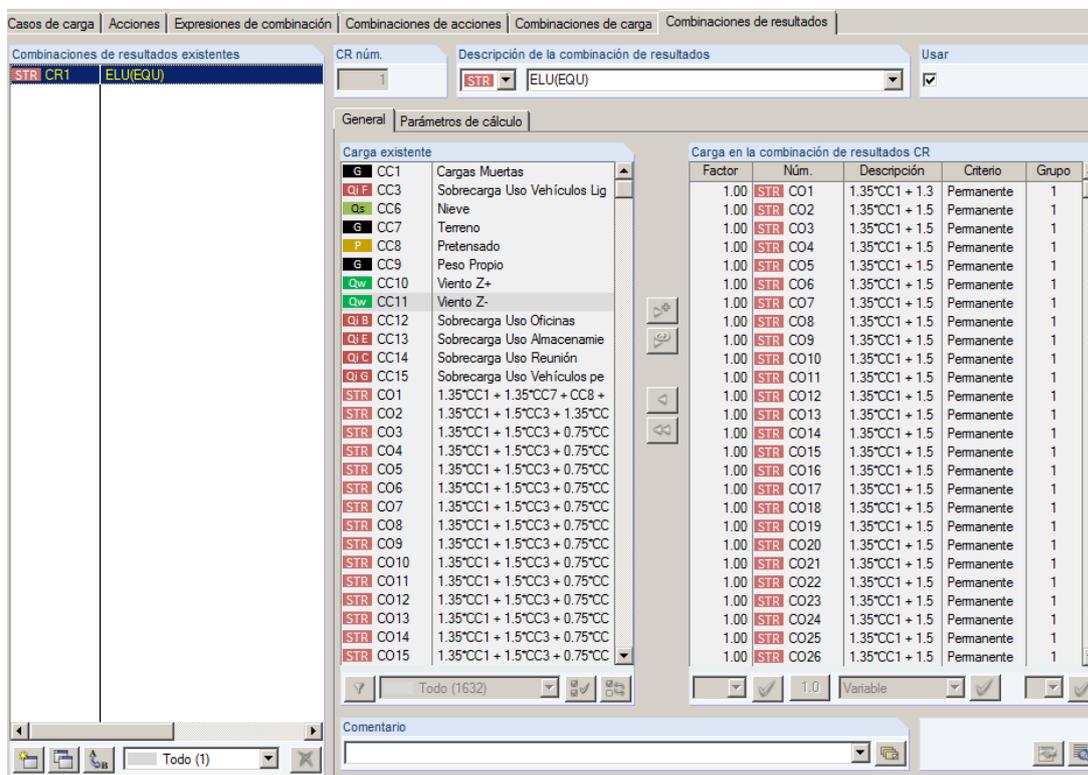


Fig.98. Combinaciones de resultado

## 9.4 Inserción de Estructura Pretensada

La elección del sistema constructivo de la estructura pretensada se basará en el catálogo de productos del fabricante Fressynet, de forma que se base el cálculo en un diseño que sea real.

### 9.4.1 Tipología de Postesado

El diseño arquitectónico que se ha dispuesto obliga a un diseño estructural muy particular. Se dispone un sistema de vigas pretensadas apoyadas sobre una pila central y con una distribución radial. Las características constructivas impiden que se pueda realizar un postesado de la estructura por ambos extremos, así que se tomará como medida constructiva la disposición de un anclaje pasivo en el extremo de la pila de cada viga (Fig.99), de forma que solo se tese por el lateral exterior. Este anclaje está denominado como anclaje tipo NB, y tiene la siguiente morfología:

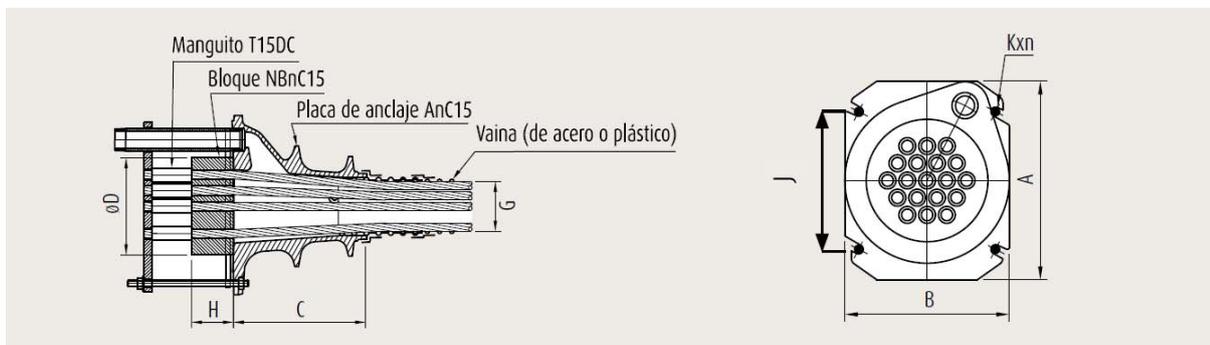


Fig.99. Anclaje de tendones

Las dimensiones que tienen esta placa de anclaje depende del diámetro del tendón, y vienen reflejadas en la siguiente tabla.

Unidades	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	H (mm)	G (mm)	J (mm)	Kxn
3C15	150	110	120 <sup>±</sup>	85	50	40 <sup>±±</sup>	91	M10x2
4C15	150	120	125 <sup>±</sup>	95	50	45 <sup>±±±</sup>	101	M10x2
7C15	180	150	186	110	55	60	128	M12x2
9C15	225	185	260	150	55	65	153	M12x4
12C15	240	200	165	150	65	80	168	M12x4
13C15	250	210	246	160	70	80	168	M12x4
19C15	300	250	256	185	80	95	208	M12x4
22C15	330	275	430	220	90	105	248	M12x4
25C15	360	300	400	230	95	110	268	M16x4
25CC15	350	290	360	220	95	110	258	M16x4
27C15	350	290	360	220	100	115	258	M16x4
31C15	385	320	346	230	105	120	268	M16x4
37C15	420	350	466	255	110	130	300	M16x4
55C15	510	420	516	300	145	160	370	M20x4

Placas de anclaje activo.

Para el anclaje activo se selecciona el tipo AnC15 (Fig.100), el cual destaca por sus reducidas dimensiones que permiten una disminución de espesores.

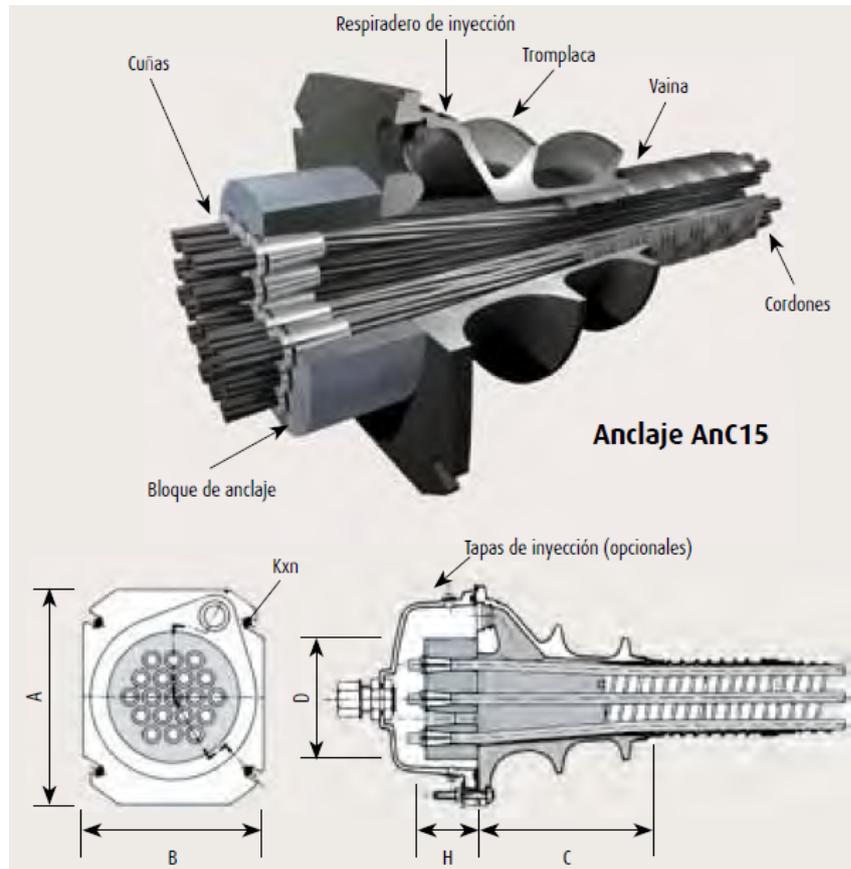


Fig.100. Detalle anclaje pretensado

Para el trazado de los tendones y la colocación de los mismos en la viga se seguirán las dimensiones estipuladas en la siguiente tabla:

Unidades	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	H (mm)	Kxn (mm)
3C15	150	110	120	85	50	M10x2
4C15	150	120	125	95	50	M10x2
7C15	180	150	186	110	55	M12x2
9C15	225	185	260	150	55	M12x4
12C15	240	200	165	150	65	M12x4
13C15	250	210	246	160	70	M12x4
19C15	300	250	256	185	80	M12x4
22C15	330	275	430	220	90	M12x4
25C15	360	300	400	230	95	M16x4
25CC15	350	290	360	220	95	M16x4
27C15	350	290	360	220	100	M16x4
31C15	385	320	346	230	105	M16x4
37C15	420	350	466	255	110	M16x4
55C15	510	420	516	300	145	M20x4

Existen una serie de distancias mínimas y equidistancias (Fig.101) que han de cumplir los tendones, de forma que el hormigón no fisure y se mantengan los recubrimientos necesarios.

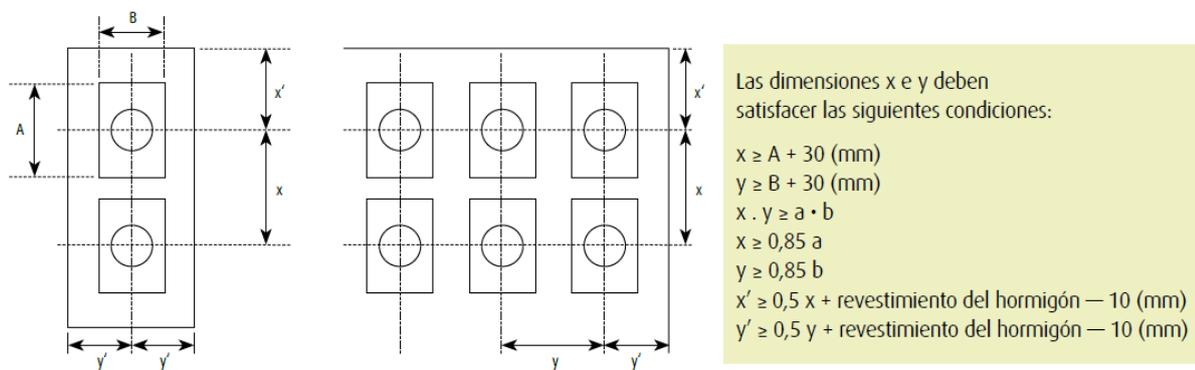


Fig.101. Esquema de recubrimiento de anclaje de tendones

Para el cálculo se probará con distintas combinaciones de tendones siguiendo las dimensiones establecidas en la siguiente tabla y atendiendo a la distribución mas operativa.

#### 9.4.2 Metodología de Cálculo

El programa RFEM a través de su módulo RF TENDON permite el cálculo de las estructuras pretensadas dentro del programa. Para ello se definen las etapas constructivas, posteriormente se definen las vigas, tendones y se caracteriza la disposición de los mismos. A partir de ahí el programa calcula e itera las condiciones de dichos tendones y su validez.

El programa interactúa a su vez con la matriz de RFEM para que se trasladen las cargas existentes en la posición de cada viga y se calculen las cargas necesarias de cada pretensado.

Una vez obtenido, se procederá a verificar la validez de la estructura pretensada al hallarse a compresión.

La normativa de cálculo que utiliza el programa es la EN 1992-1-1, correspondiente al Eurocódigo 2 y que presenta pocas diferencias respecto a la normativa vigente en España EHE-08

#### 9.4.3 Definición de Materiales

RF TENDON permite incluir las etapas de diseño (Fig.102), de forma que podamos establecer los criterios de construcción. En este caso no se detalla de manera exhaustiva el proceso constructivo por dovelas, lo que puede ser clave ya que es

fundamental incluir el peso del carretón que permite la construcción de los distintos encofrados.

Definiremos por tanto 3 etapas constructivas:

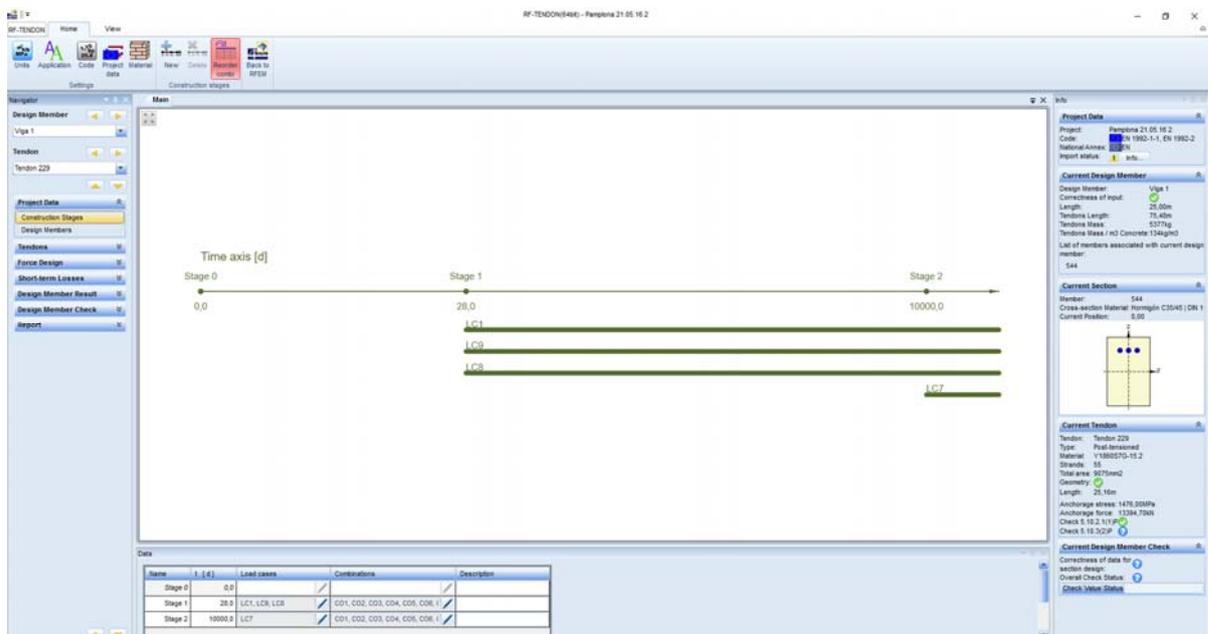


Fig.102. Reparto de cargas por etapas

- Etapa 0. Comienzo de la construcción.
- Etapa 1, o de transferencia, que se cifra en 28 días de duración, cuando el hormigón está fraguado y adquiere su máxima resistencia. En esta etapa entra en juego, en el último día, el peso propio de la viga y la carga de pretensado que se aplica en el último momento. Esta etapa pone a compresión/tracción secciones que no se verán sometidas a este esfuerzo más, por lo que se deberá estudiar de forma detallada como combinación de cargas.
- La Etapa 3 tiene en consideración los efectos reológicos, fluencia y retracción, en el período de 10.000 días. Analizaremos la existencia de tracciones en las combinaciones de servicio.

#### 9.4.4 Definición de Vigas

Se definen en este apartado el número de vigas que se van a postesar (Fig.103). Para ello se nombra cada viga, se le asigna las barras que la componen, se elige el tipo de pretensado y posteriormente el programa chequea si es correctas la geometría.

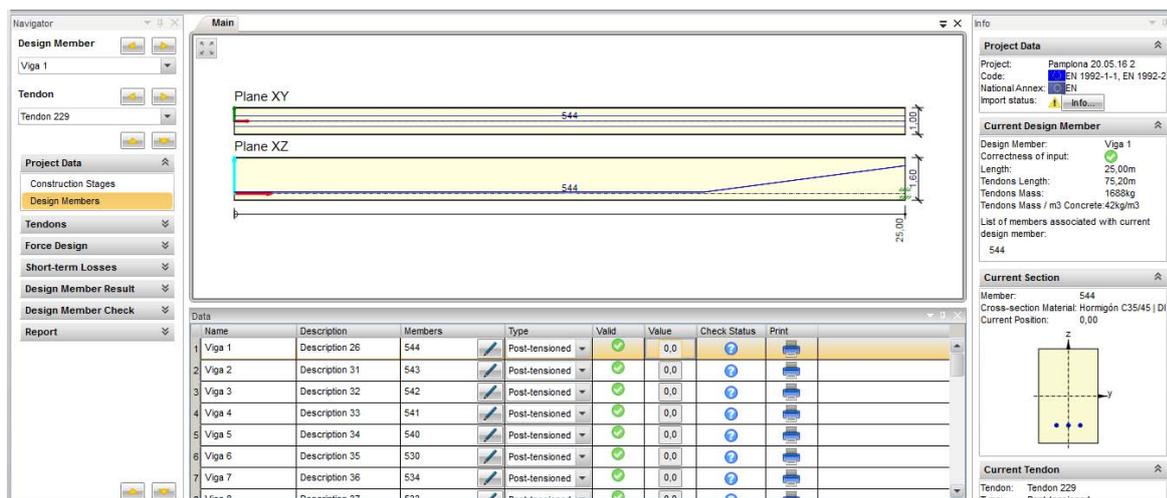


Fig.103. Elección de vigas para pretensar

La selección de vigas se realiza de una forma muy gráfica, ya que permite volver al modelo y seleccionar las barras que se deseen (Fig.104).

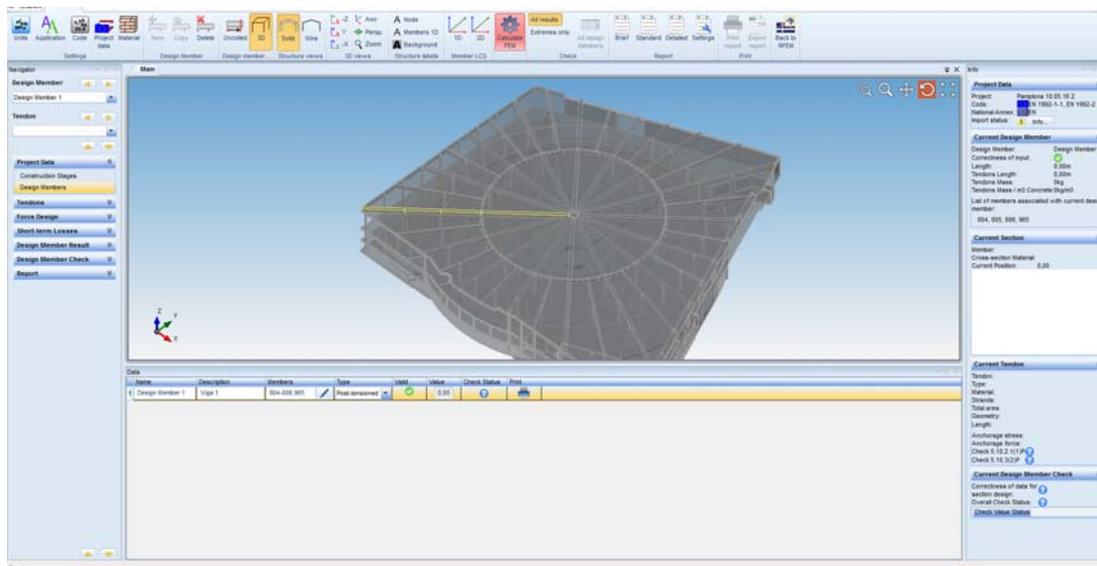


Fig.104. Perspectiva para elección de vigas para pretensar

### 9.4.5 Introducción de tendones

La definición de los tendones se lleva a cabo en el apartado Tendons Layout (Fig.105). Para ello primero se elige el número de tendones, seleccionando qué tipo de geometría de tendón se quiere. Por operatividad para mover vértices, y dada la geometría irregular de la planta, se insertan tendones como polígonos, ya que las cargas que recibe la viga son trapezoidales y no tendrán una distribución homogénea.

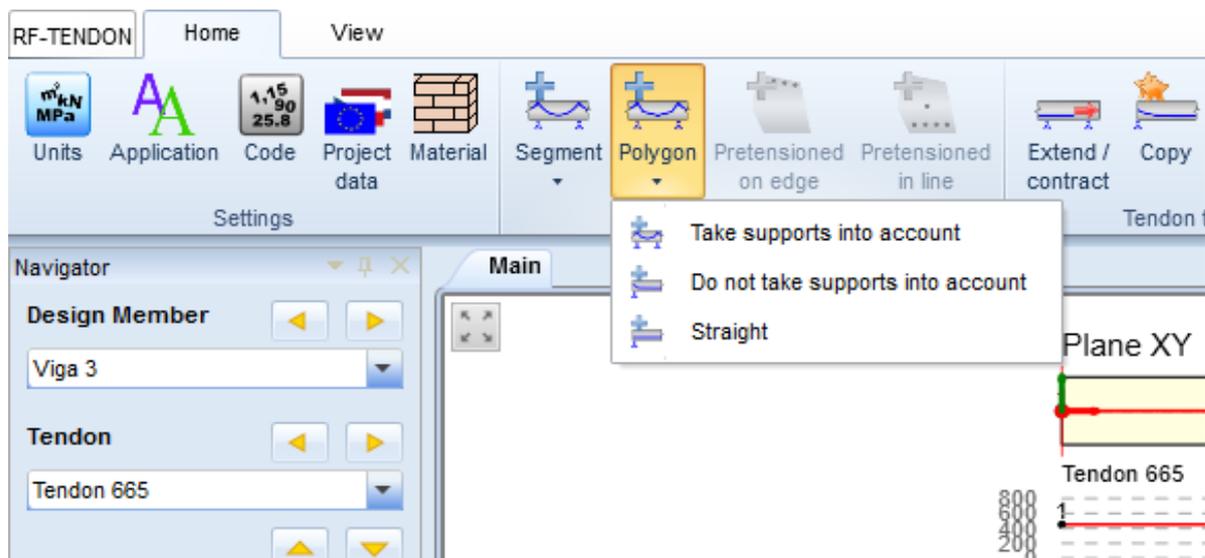


Fig.105. Elección de la forma geométrica de tendones

Posteriormente se asigna el material, el número de cordones y el diámetro total del tendón con la vaina (Fig.106). En este caso se seleccionan tendones con cordones no adheridos tesados por el final con corrección de relajación.

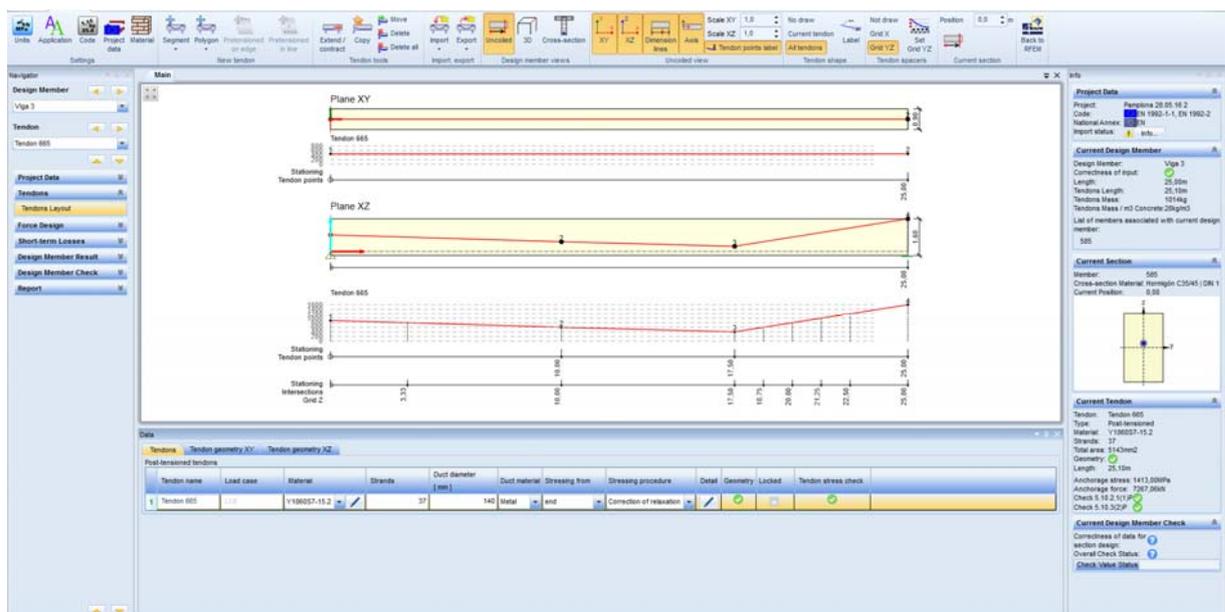


Fig.106. Geometría de tendones

El programa una vez introducido estos datos verifica que el tendón diseñado admite la tensión de diseño.

#### 9.4.6 Modelado Geométrico

Tras solicitar al programa que inserte los tendones teniendo en cuenta la distribución de apoyos aparece un tendón genérico que se ha de modelar según los condicionantes. Para ello se tendrán en cuenta las distancias mínimas que ha de tener el anclaje, así como los recubrimientos mínimos del hormigón.

Primero se ubica el tendón en el plano XY de la viga, que corresponde con la sección transversal. En caso de haber sólo un anclaje se definirá en el eje central, pero si hay dos anclajes se mantendrá la distancia mínima que se comenta en el apartado 9.4.1.

Este proceso de iteración se describe en el Capítulo 11, donde se describen los cambios y el proceso de ensayo y error al que se somete el modelo para obtener el cálculo definitivo.

El hándicap principal de la estructura pretensada es que la sección de hormigón no se vea sometida a esfuerzos de tracción en la combinación característica y que no se descomprima en la combinación frecuente y cuasipermanente.

Posteriormente se dispone el reparto de los cambios de pendiente del tendón en el plano XZ (Fig.107). Este proceso, al igual que el anterior es también iterativo, por que dependerá de la demanda de cargas, de tal forma que la sección calculada con el ELS Característico quede completamente comprimida.

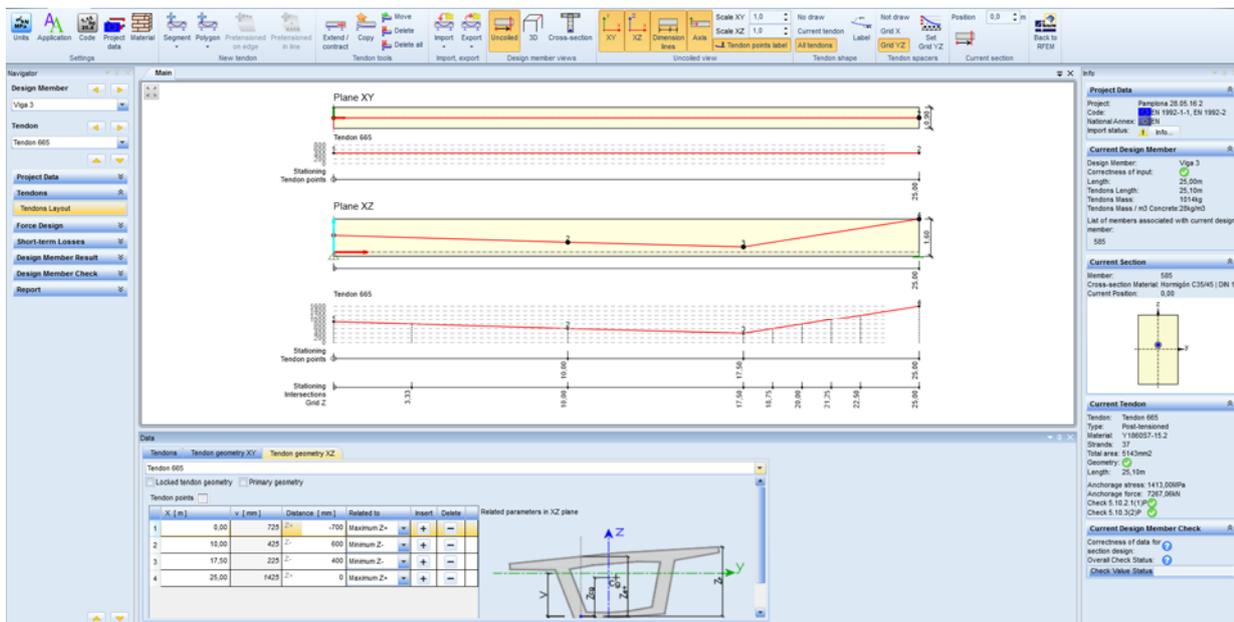


Fig.107. Opciones de modificación de geometría de tendones

### 9.4.7 Cargas de Pretensado

El Programa RF Tendon permite la evaluación de las acciones causadas por los tendones en las vigas pretensadas y hacer el balance de los efectos de las cargas externas con el diseño de los tendones.

Conocido el diámetro del tendón, material, asignando el número de cordones y su geometría, se originan unas cargas de pretensado que el programa denomina "Cargas Equivalentes", obteniéndose los esfuerzos axiales, cortantes y los momentos correspondientes.

Al conocer la carga de pretensado que se aplica a la estructura, el programa examina los efectos y aplica una carga equivalente al pretensado en la estructura del programa RFEM (Fig.108).

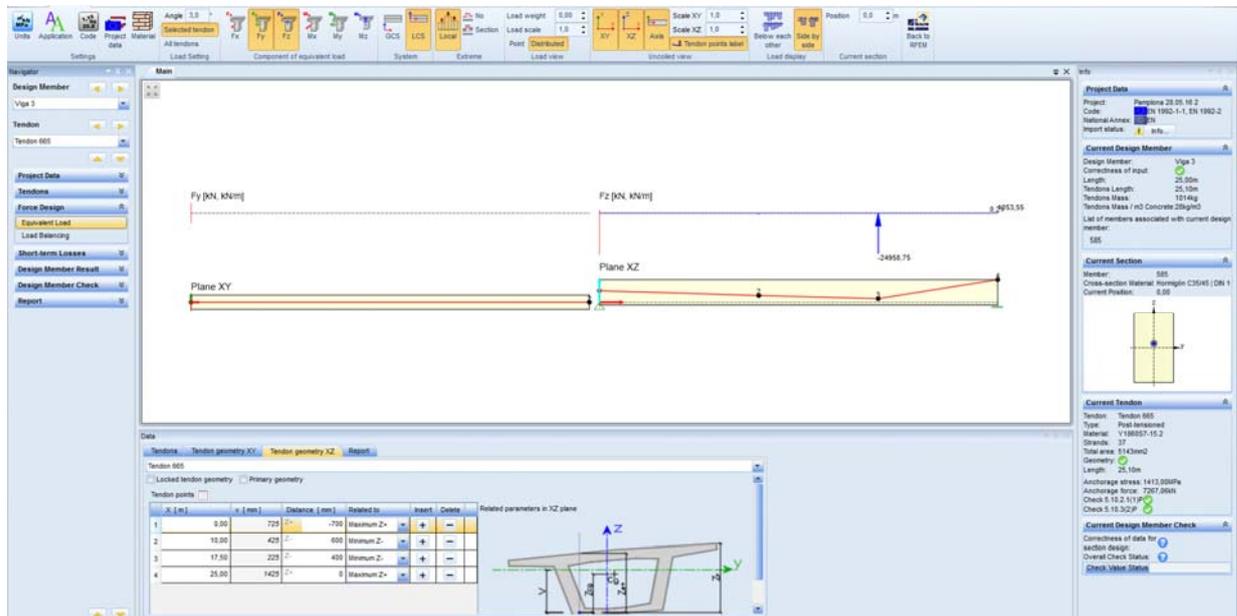


Fig.108. Cargas equivalentes de pretensado

En este caso, como se aprecia, la carga de pretensado que contrarresta el resto de las cargas está aplicado fundamentalmente en el nudo 3 del tendón, compensando así los momentos negativos que se producen en los extremos de la viga.

Una vez realizado esto, el programa realiza un balance de cargas compensadas por el pretensado, como se observa en la Fig.109.

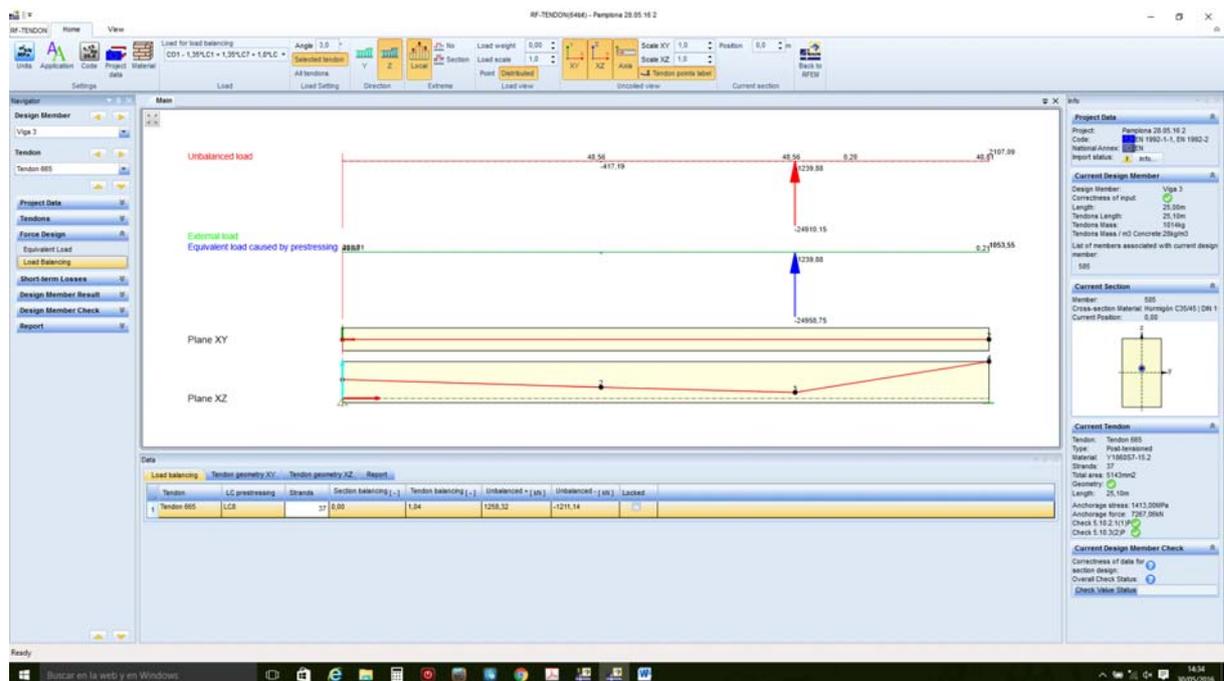


Fig.109. Balance de cargas de pretensado

### 9.4.8 Sumario

Finalizadas las etapas anteriores, el programa RF-Tendon presenta un sumario de los datos introducidos y además chequea los artículos 5.10.2 y 5.10.3 del Eurocódigo, donde se verifica que no se superan las tensiones máximas admisibles en el tendón, en el hormigón, verificándose además las pérdidas de pretensado estimadas

Prestressing							
Name	Material	A <sub>p</sub> [ mm <sup>2</sup> ]	Length [ m ]	L <sub>s</sub> [ m ]	L <sub>arc</sub> [ m ]	R <sub>min</sub> [ m ]	θ [ ° ]
Tendon 665	Strands	σ <sub>a</sub> [ MPa ]	σ <sub>min</sub> [ MPa ]	σ <sub>max</sub> [ MPa ]	e <sub>ba</sub> [ mm ]	e <sub>aa</sub> [ mm ]	L <sub>set</sub> [ m ]
	Y1860S7-15.2	5143	25,10	25,10	0,00	0,00	10,8
	37	1413,00	1296,68	1353,32	177	172	25,10
Name	σ <sub>ini,max</sub> [ MPa ]	σ <sub>p,max</sub> [ MPa ]	Check 5.10.2.1(1)P	σ <sub>min</sub> [ MPa ]	σ <sub>max</sub> [ MPa ]	σ <sub>pm0</sub> [ MPa ]	Check 5.10.3(2)P
Tendon 665	1413,00	1476,00	✓	1296,68	1353,32	1394,00	✓
Symbol	Explanation						
A <sub>p</sub>	Area of tendon						
Length	Length of tendon						
L <sub>s</sub>	Sum of lengths of straight parts of tendon						
L <sub>arc</sub>	Sum of lengths of curved parts of tendon						
θ	Cumulative angular change						
R <sub>min</sub>	Minimum radius						
σ <sub>a</sub>	Anchorage stress						
σ <sub>min</sub>	Minimum stress along the length of tendon after anchoring						
σ <sub>max</sub>	Maximum stress along the length of tendon after anchoring						
e <sub>ba</sub>	Theoretical tendon elongation before anchoring						
e <sub>aa</sub>	Theoretical tendon elongation after anchoring						
L <sub>set</sub>	Length affected by anchorage set						
σ <sub>ini,max</sub>	Maximum initial stress in tendon						
σ <sub>p,max</sub>	Limit value of tendon stress applied to the tendon acc. to 5.10.2.1 (1)P						
Check 5.10.2.1(1)P	Check of criterion according to provision 5.10.2.1 (1)P (σ <sub>ini,max</sub> ≤ σ <sub>p,max</sub> )						
σ <sub>pm0</sub>	Limit value of tendon stress applied to the tendon acc. to 5.10.3 (2)						
Check 5.10.3(2)P	Check of criterion according to provision 5.10.3 (2)P (σ <sub>imax</sub> ≤ σ <sub>pm0</sub> )						

### 9.4.9 Pérdida de Pretensado en Tendones

Para cada tendón el programa permite visualizar las pérdidas de carga del mismo, condicionadas por la asignación de pérdida inicial, del 75% y por la posición de tesado, en este caso se tesa desde el final de la viga (fig.110)

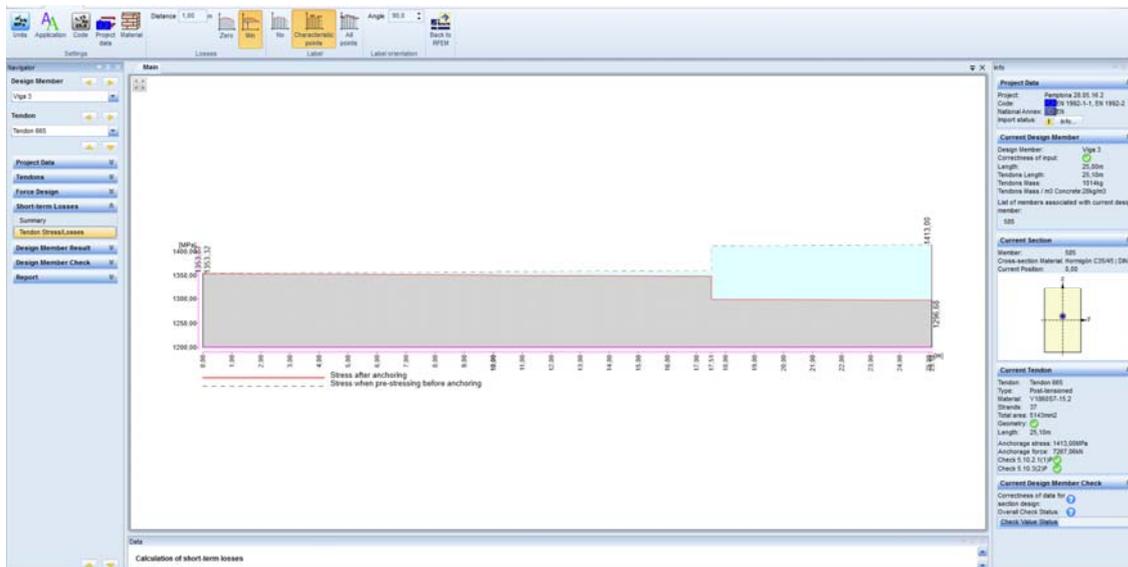


Fig.110. Pérdida de tensión en tendones

### 9.4.10 Diagramas de esfuerzos.

Una vez completados los pasos anteriores se procede a calcular la estructura y se obtienen los diagramas de esfuerzos de las distintas vigas. En el Capítulo 11 se explicarán de una forma detallada cómo se obtienen las tensiones de la sección a partir de los diagramas de esfuerzo de axil y flector, de forma que siempre se tenga la sección a compresión (Fig. 111). El programa de cálculo no facilita los diagramas de tensiones en la sección.

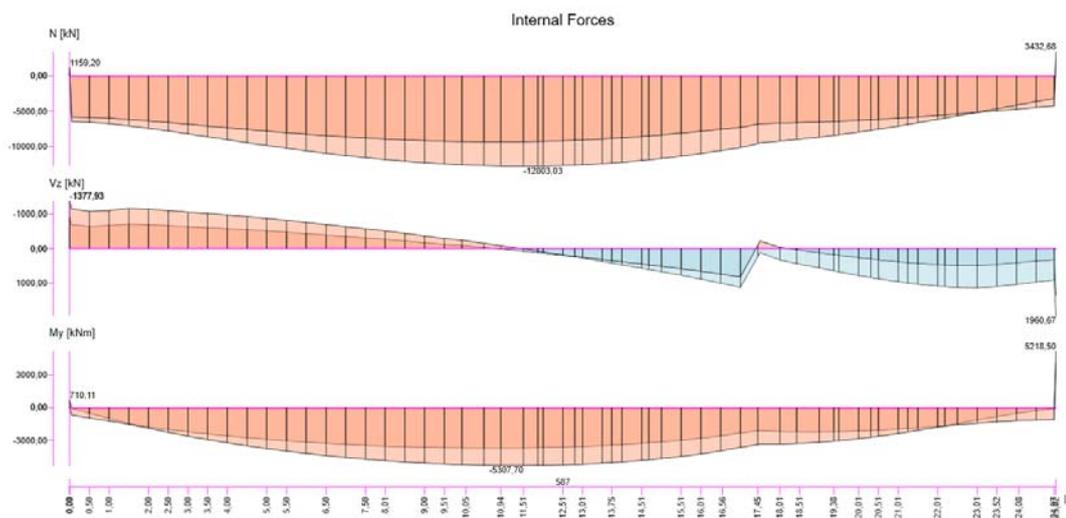


Fig.111. Diagrama de esfuerzos final

## 9.5 Método de los Elementos Finitos.

El método de los elementos finitos se basa en una aproximación de problemas continuos por el que se divide un continuo en un número finito de partes, denominadas elementos. Estos elementos tienen un comportamiento que se especifica con un número finito de parámetros asociados a ciertos puntos característicos denominados nodos. Dichos nodos son los puntos de unión de cada elemento con los adyacentes.

La solución del sistema completo es la suma de las soluciones de los problemas discretos, los cuales son la suma de los distintos elementos.

Las incógnitas del problema ya no son funciones matemáticas, sino que son el valor de estas funciones en los nodos.

El comportamiento de cada elemento queda definido a partir del comportamiento de los nodos mediante las funciones de interpolación o funciones de forma.

A modo de resumen, el Método de Elementos Finitos se basa en la transformación de un cuerpo continuo en un modelo discreto aproximado. Al discretizar el modelo, el

conocimiento de lo que sucede en el interior del mismo es aproximado, obteniéndose mediante la interpolación de los valores conocidos en los nodos. Es, por tanto, una aproximación de los valores de una función a partir del conocimiento de un número determinado y finito de puntos.

### 9.5.1 Parámetros de Cálculo.

Esta pestaña administra la configuración que se aplica generalmente a todos los casos y combinaciones de carga.

En el apartado configuración se establecen los siguientes criterios:

- El número máximo de iteraciones que se quiera realizar (a mayor número de iteraciones más lentitud en el proceso de cálculo).
- Incrementos de carga. Se puede modular la forma de aplicación de los incrementos de carga, pero esto no es objeto de este proyecto.
- Número de divisiones de barras. Para obtener una mayor discretización de los elementos.
- Otros casos que no son de aplicación.

Por último destacar la pestaña de opciones (Fig.112), donde se puede destacar los criterios para el cálculo de placas a flexión, que se realizará por la teoría de Mindlin-Raissner para placas gruesas, donde se asume que la sección deformada no se mantiene perpendicular al plano medio.

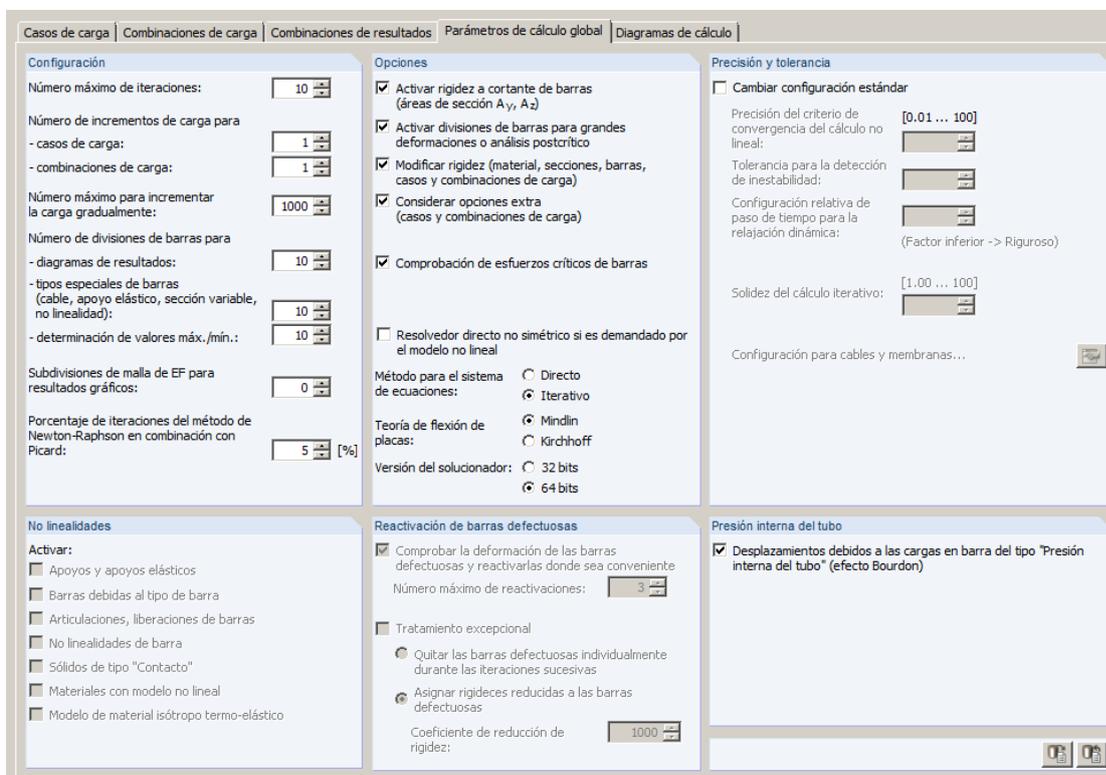


Fig.112. Parámetros de cálculo global

## 9.5.2 Mallado de los Elementos Finitos en RFEM 5.XX.

El programa de cálculo se basa en la introducción de elementos tipo barra, placa, chapas, losas, muros, paredes, láminas y sólidos. Antes de proceder al cálculo, el programa genera la malla que discretiza los elementos.

La discretización de los elementos puede ser configurada según los intereses del proyectista. En este caso se considera una malla de 0,50x0,50 m, de forma cuadrangular o triangular en función de las necesidades, dado que tenemos una planta bastante irregular, se considera esta opción más plausible. El resto de características elegidas se puede ser en la Fig. 113.

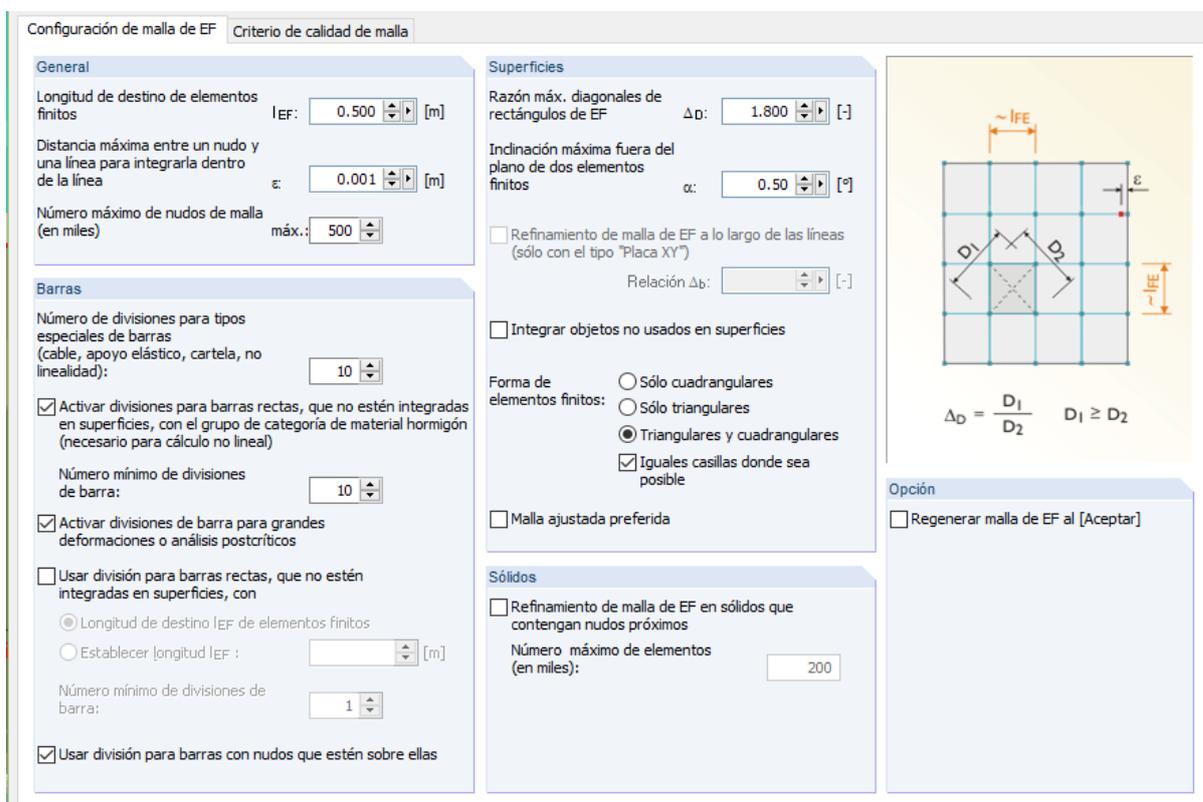


Fig.113. Configuración de la malla de EF

Por último el programa establece también unos criterios de malla en función de la superficie. Estos criterios se podrían modificar en caso de encontrar nudos o puntos problemáticos en la malla (Fig. 114)

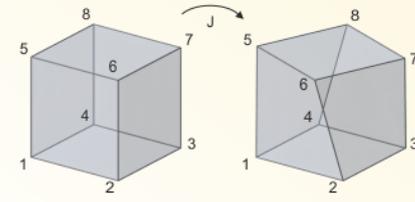
Configuración de malla de EF
Criterio de calidad de malla

**Superficies**

Definir criterio:

	Advertencia	Fallo
<input checked="" type="checkbox"/> Relación de aspecto	20.00 [-]	100.00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Desviaciones paralelas	100.00 [°]	160.00 [°]
<input checked="" type="checkbox"/> Ángulos de esquina		
- Triángulos	105.00 [°]	175.00 [°]
- Cuadriláteros	155.00 [°]	179.00 [°]
<input checked="" type="checkbox"/> Alabeo		
- Membranas	0.01 [-]	0.20 [-]
- Sin membranas	1.00 [-]	4.00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Razón Jacobiana	30.00 [-]	800.00 [-]

**Razón Jacobiana**



$$R = \frac{\max \det J_i}{\min \det J_j}$$

$i = 1..8$   
 $j = 1..8$

**Sólidos**

Criterio	Advertencia	Fallo
<input checked="" type="checkbox"/> Relación de aspecto	20.00 [-]	100.00 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Desviaciones paralelas	100.00 [°]	160.00 [°]
<input checked="" type="checkbox"/> Ángulos de esquina		
- Triángulos	105.00 [°]	175.00 [°]
- Cuadriláteros	155.00 [°]	179.00 [°]
<input checked="" type="checkbox"/> Alabeo	0.10 [-]	0.50 [-]
<input checked="" type="checkbox"/> Razón Jacobiana	30.00 [-]	800.00 [-]

**Indicación de color de calidad de malla**

<input checked="" type="checkbox"/> Aceptar (138423/138574, 99.89%)	<span style="background-color: green; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>
<input checked="" type="checkbox"/> Advertencia (151/138574, 0.11%)	<span style="background-color: yellow; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>
<input checked="" type="checkbox"/> Error (0/138574, 0.00%)	<span style="background-color: red; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></span>

Fig.114. Criterios de calidad de la malla

## 10 Ajustes de Diseño Arquitectónico para su Construcción

A continuación se explica la evolución que sufre el modelo con el que se comienza el diseño estructural, basado en el diseño arquitectónico y el predimensionamiento realizado, para llegar a ser un modelo cuyo cálculo responda a los condicionantes reales de la estructura. Se prestará atención a los siguientes puntos que han sido clave en la consecución de un modelo calculable:

- **Incompatibilidades geométricas y constructivas.** debidas fundamentalmente a su peculiar forma geométrica, que obliga a una serie de ajustes para evitar puntos no resolubles.
- **Geometría y cálculo del pretensado.** Se comentará la evolución que se ha realizado desde la idea inicial hasta la que por diseño estructural es la más apta que no presente partes traccionadas.

Estos puntos han sido los ejes vertebradores del proceso de diseño, para lo cual se ha seguido el método de ensayo y error, implementado los resultados negativos a través de mejoras y pruebas para solventar estos fallos.

### 10.1 Soluciones Geométricas y Constructivas

Durante el proceso de diseño estructural y a medida que se realizan cálculos para comprobar la coherencia y efectividad del modelo se han apreciado en los resultados determinadas áreas que presentan puntos singulares de cálculo. La forma de apreciarlos se basa en comprobar si las tensiones que se obtienen en el cálculo están dentro del rango de las admitidas por el material utilizado, en este caso hormigón. La comprobación de armados se realizará en una fase posterior, pudiendo darse el caso de no ser posible de armar.

Se establecen 2 criterios de comprobación inicial:

- Tensiones normales. Se comprobará que las tensiones en x e y, positivas y negativas no superan  $0,6f_{cd}$
- Tensiones tangenciales. Se verificará que las tensiones tangenciales no superarán  $0,40f_{cd}$

El programa de cálculo ofrece los valores de estos datos en los distintos elementos, permitiendo verificar su cumplimiento. En el Capítulo 12, Resultados, se presentarán las tensiones finales en los distintos elementos.

## 10.2 Ajuste Geométrico del Modelo

El proyecto objeto de cálculo presenta una planta bastante irregular, cuya huella además no es constante a lo largo de los distintos niveles. Estas irregularidades en planta, no resueltas en detalle de proyecto, obligan a tomar una serie de decisiones a la hora de integrar el modelo dentro del programa de cálculo.

Inicialmente se procuró insertar el modelo geométrico de la forma más fiel posible al diseño arquitectónico para ver el comportamiento de éste. Se realizan los cálculos pertinentes y se obtienen los resultados que van delatando dónde se encuentran los puntos críticos que no permiten un cálculo válido. Estos puntos críticos se pueden clasificar en:

- Morfología arquitectónica no adecuada. La disposición de los elementos estructurales en los planos arquitectónicos provocaban tensiones excesivas en determinadas zonas, como son las siguientes:
  1. Eje de pilares no alineados con muro perimetral. Los pilares 219, 223, 224, 225 y 226 no están alineados con el muro cercano, lo que provoca unas tensiones que el programa de cálculo no asume como válidas, motivando esfuerzos de cortante excesivos.
  2. Cambios de sección. El pilar P175, de diámetro 75 cm, se apoya en las plantas inferiores en una pantalla de espesor 50 cm. Este cambio se propicia esfuerzos de cortante excesivos
  3. Tensiones excesivas entre las plantas -3 y -2. Debido al cambio de morfología entre las plantas -3 y -2, existe una zona donde se produce una transición entre la parte circular y la recta. La parte de la cimentación donde se apoyan los muros de la planta -2 alberga unas tensiones bastante elevadas que obligan a tomar medidas para reducir estas tensiones.
  4. Encuentro de forjado de losa maciza con pilar. Hay determinadas zonas donde se producen tensiones elevadas coincidiendo con el encuentro del pilar con el forjado, produciendo fallos a cortante.
  5. Salida de emergencia planta -3. Esta zona genera una serie de tensiones que serán objeto de estudio.
  
- Requerimientos de cálculo.
  1. Ajustes de predimensionamiento. Se han modificado determinados espesores de losas por problemas de cortante. Se podría ajustar los

cantos nervando la losa, pero por simplificar el cálculo se ha colocado el canto más desfavorable para cumplir.

2. Ajuste de la resistencia del hormigón. Se estudia la posibilidad de aumentar la resistencia del hormigón y sus motivos.
3. Inserción de nuevos elementos. Se ha insertado un pilar en la planta sótano -2 debido a la luz excesiva que había en el vano. Se ha intentado solucionar la flecha que se originaba en el forjado a través de vigas pretensadas pero no se ha conseguido una solución adecuada.
4. Modificación de forjado de Planta 0. Se adapta el forjado de Planta 0 según los resultados de cálculo y de forma que se cumplan los parámetros de pretensado.

A continuación se detallan los puntos expuestos.

### 10.3 Morfología Arquitectónica no Adecuada.

El proceso del diseño estructural requiere una serie de iteraciones para que la estructura propuesta cumpla los criterios exigidos. Este proceso genera una serie de resultados, que se van interpretando y subsanado para cumplir las tensiones máximas exigidas y se concretará en cada caso.

#### Ejes de pilares no alineados con muro perimetral.

##### Punto crítico.

La zona suroeste (Fig.115), donde se ubican los pilares 219, 223, 224, 225 y 226 no están alineados con el muro perimetral. Este desfase origina una serie de tensiones que serán objeto de estudio en la respuesta del modelo.

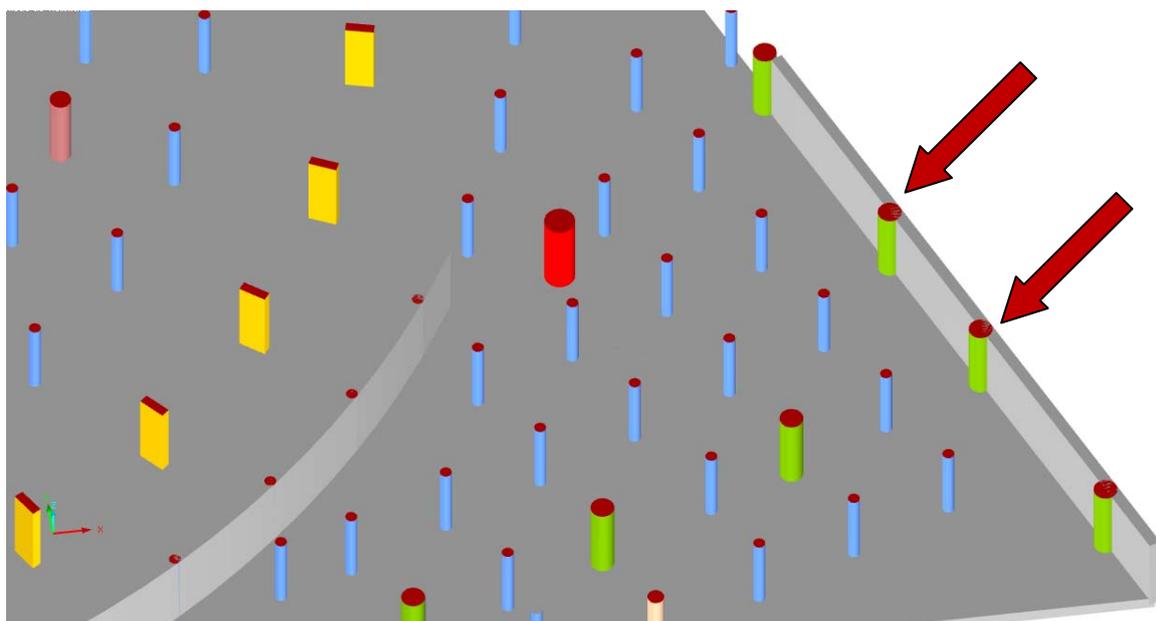


Fig.115. Tensiones por falta de alineación de pilares

### Respuesta del modelo.

El modelo responde frente a este desfase del muro con la alineación de pilares generando unas tensiones a cortante en la losa entre dichos pilares y el muro (Fig.116). En este sentido, la losa del forjado de la planta -3 no cumple los requisitos a cortante.

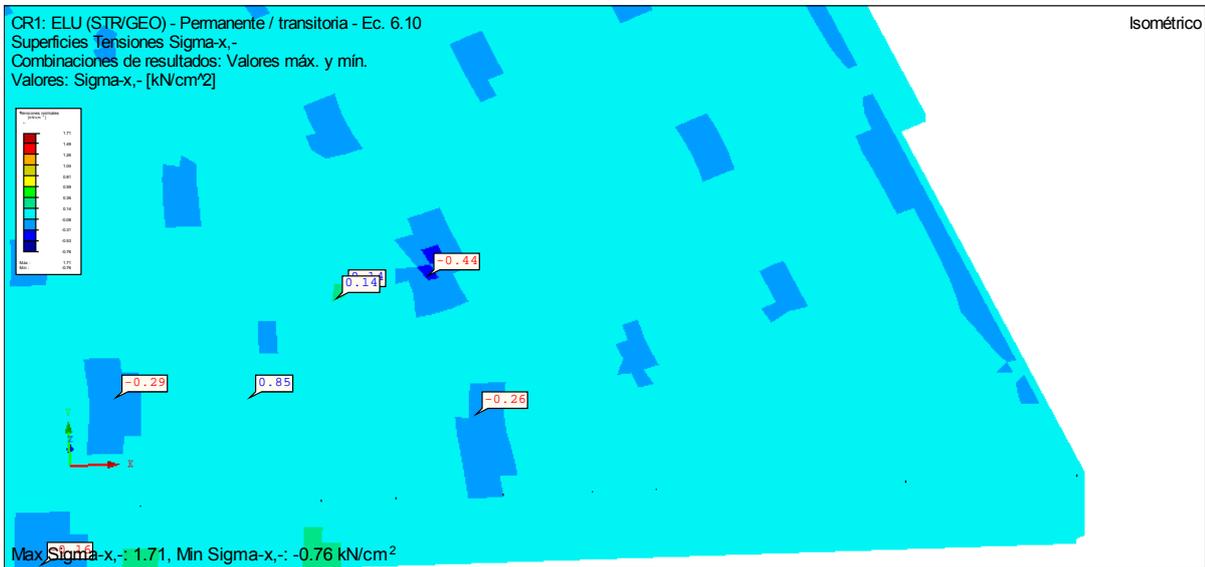


Fig.116. Tension normal  $\sigma_x$ -

### Solución adoptada.

La solución adoptada consiste en alinear el eje de los pilares con el eje del muro (Fig.117), pudiendo resolver así la discrepancia estructural generada. Este modificación no supone ningún tipo de alteración a la planta, suponiendo una intervención mínima que maximiza el funcionamiento estructural.

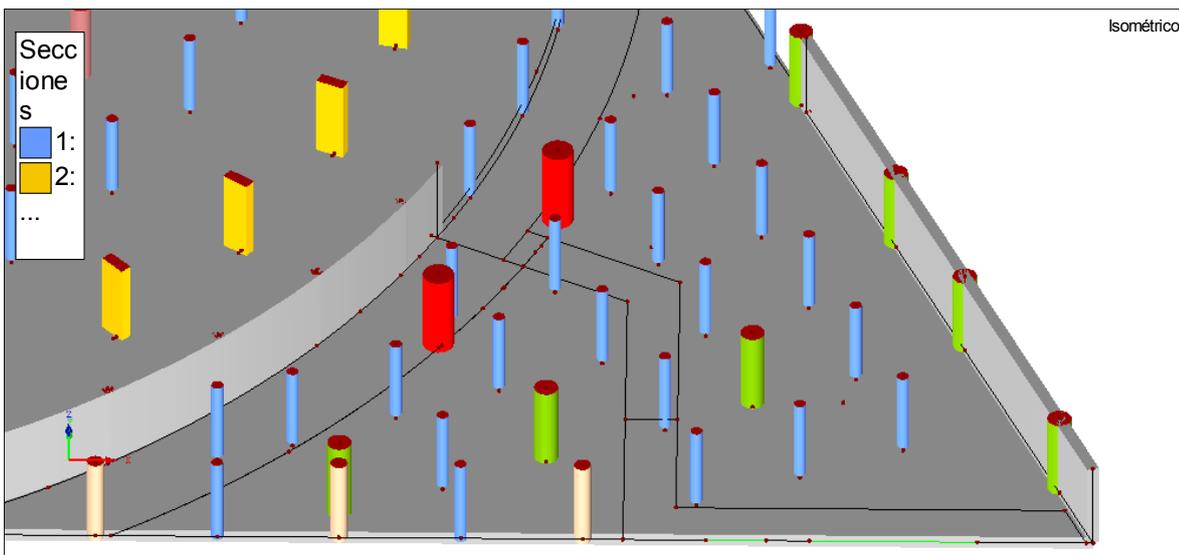


Fig.117. Alineación de pilares con muro perimetral

### Cambios de sección

### Punto crítico.

La pantalla la planta -3 presenta problemas a cortante, fundamentalmente debida al apoyo del pilar de la planta superior, de sección mayor que el comentado (Fig.118).

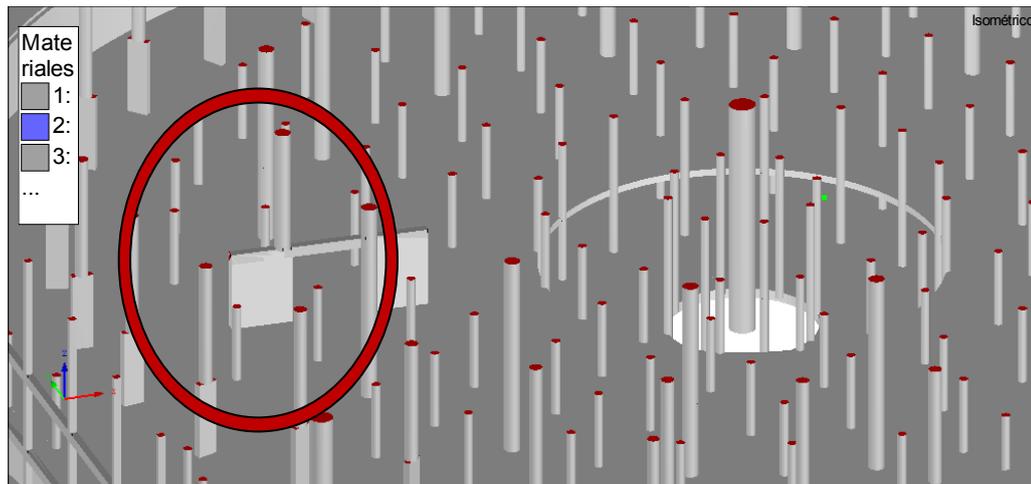


Fig.118. Pantalla de hormigón interior

#### Solución adoptada.

Se estima que el cambio de sección de la pantalla al pilar puede agotar la sección a cortante, por lo que se hacen varias pruebas para ver cómo reacciona el modelo, entre las que destacan:

- Colocación de una viga en la cabeza del muro para poder absorber los esfuerzos generados de flexión y cortante.
- Sustitución de la pantalla por pilares de la misma sección. Se modifica la pantalla y se colocan sendos pilares para hacer las funciones de la misma. Se ha revisado el modelo arquitectónico y las dimensiones del pilar no interfieren en el diseño arquitectónico.

#### Respuesta del modelo.

El pilar punzona la pantalla, por lo que es necesario implementar las soluciones propuestas (Fig.119).

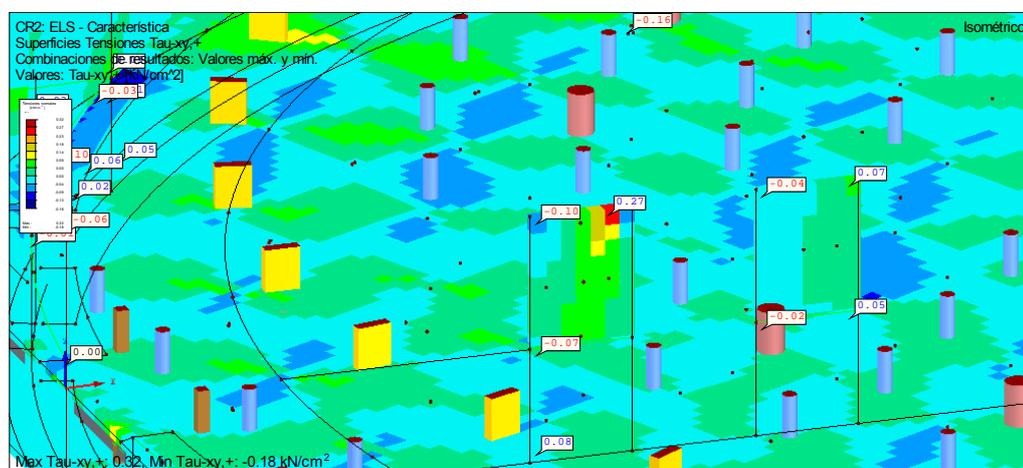


Fig.119. Tensiones tangenciales pantalla hormigón interior

La respuesta del modelo con la opción "A", colocando la viga en la cabeza del muro es la misma, por lo que la solución no es válida. En cambio, con la opción b si se consigue eliminar el problema al dar continuidad a los esfuerzos generados, colocando 2 pilares que sustituyan esta pantalla (Fig.120).

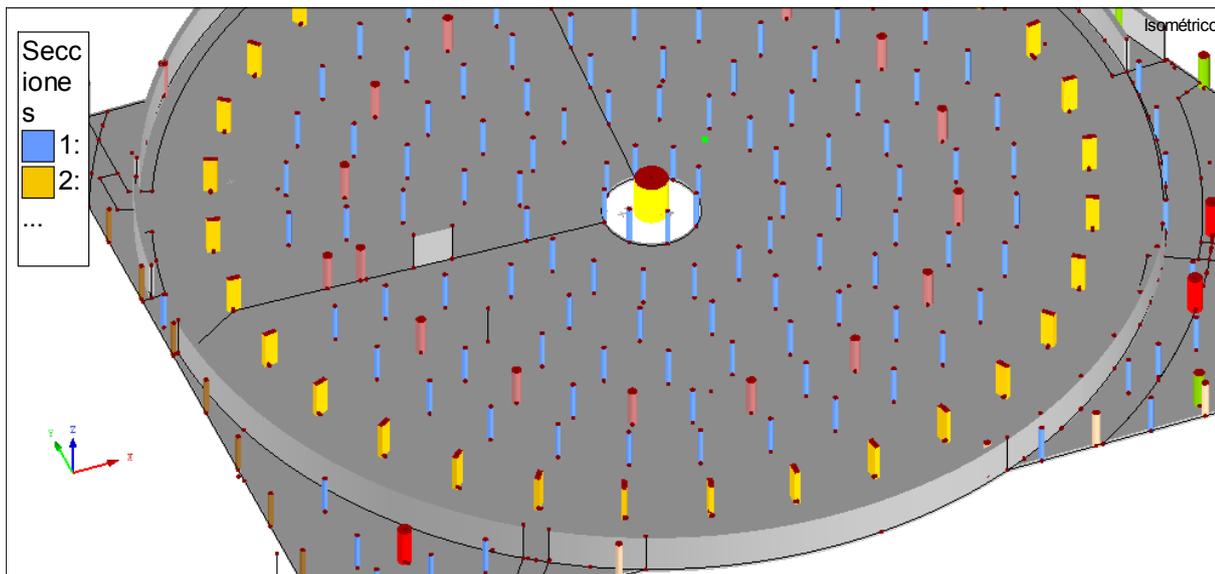


Fig.120. Alternativa de sustitución a pantalla de hormigón interior

### Tensiones excesivas entre niveles -2 y -3.

#### Punto crítico.

Las plantas -4 y -3 presentan una morfología muy similar, basada en una planta fundamentalmente circular donde se distribuyen los aparcamientos y otra área que varía esta forma en la parte de almacenes (Fig.121).

A partir de la planta -2, donde se ubica el andén de autobuses, la planta pasa de tener una base circular a una base trapezoidal. En este aspecto, la "cuadratura" del círculo genera una serie de zonas que son puntos singulares,

Los plano A06\_01 y A06\_02 señalan las partes constructivas y geométricas más complejas por el cambio de dimensiones de la planta, que coinciden con las partes seleccionadas y rayadas en estos planos.

El tránsito entre las plantas -3 y -2 es bastante complejo, ya que en el proyecto se propone un muro recto en la planta -2 y no se define constructivamente esta actuación.

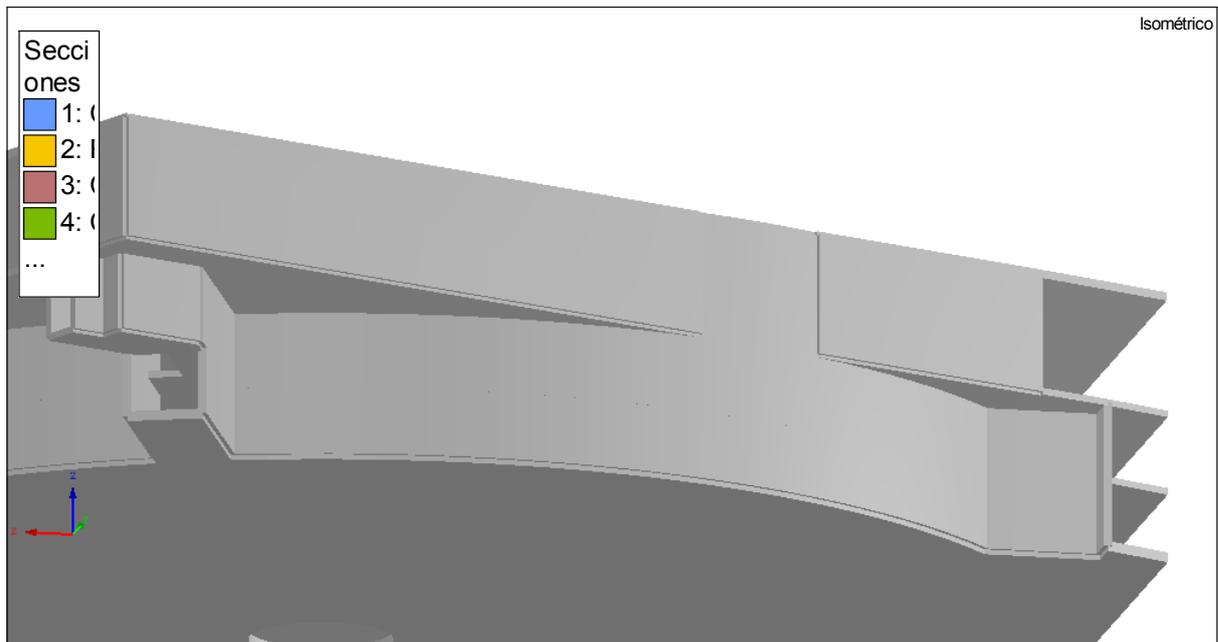


Fig.121. Muro de contención medianero a ciudadela

#### Solución adoptada.

A la hora de insertar estas áreas en el modelo se dispone un muro circular que conforma las plantas -4 y -3, prolongándose esta parte del muro circular en un pequeño tramo central en la planta -2 hasta la Planta 0. A la misma vez se traza el muro recto que conforma el resto de la planta -2, y se unen ambos tramos de muros con sendos muros de hormigón.

En cuanto a la cimentación de la planta -2 se propone una losa de cimentación que adopte la morfología del muro, sin tacones.

En la Fig.122 se observa la solución adoptada.

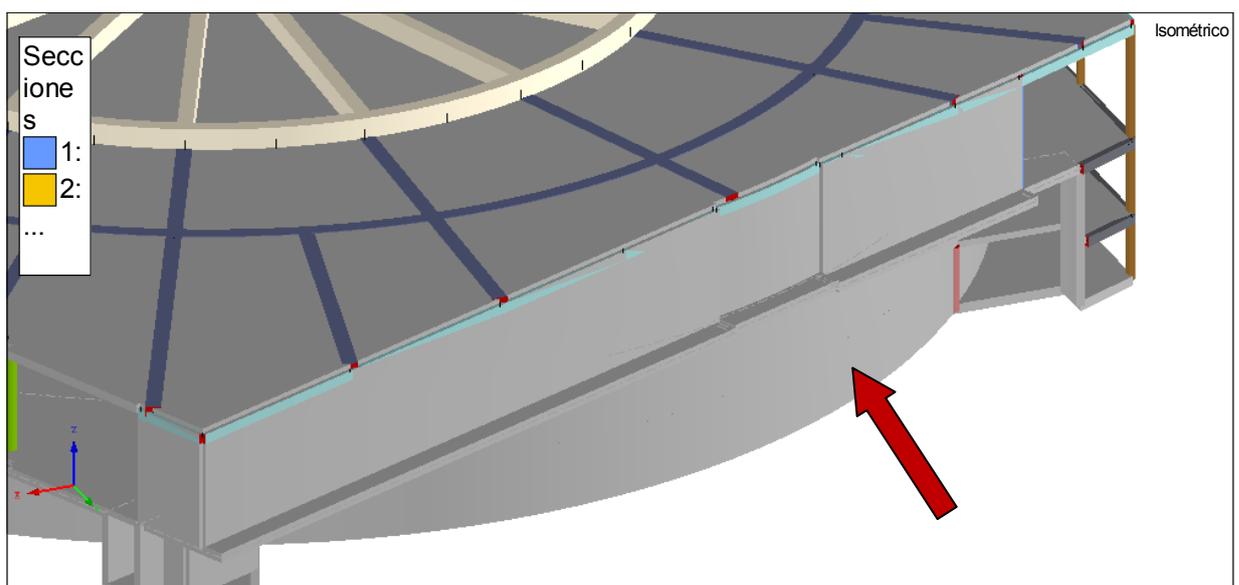


Fig.122. Ampliación de losa de cimentación en muro de contención medianero a ciudadela

### Respuesta del modelo.

La respuesta del modelo plantea problemas de tensiones en el hormigón, creando zonas puntuales con tensiones bastante elevadas respecto al resto de las zonas.

La Fig.123 muestra los puntos de mayor tensión en la base del muro del sótano -3 a -2, con valores cercanos a 1 kN/cm<sup>2</sup>, según se observa en las zonas rojas de los muros.

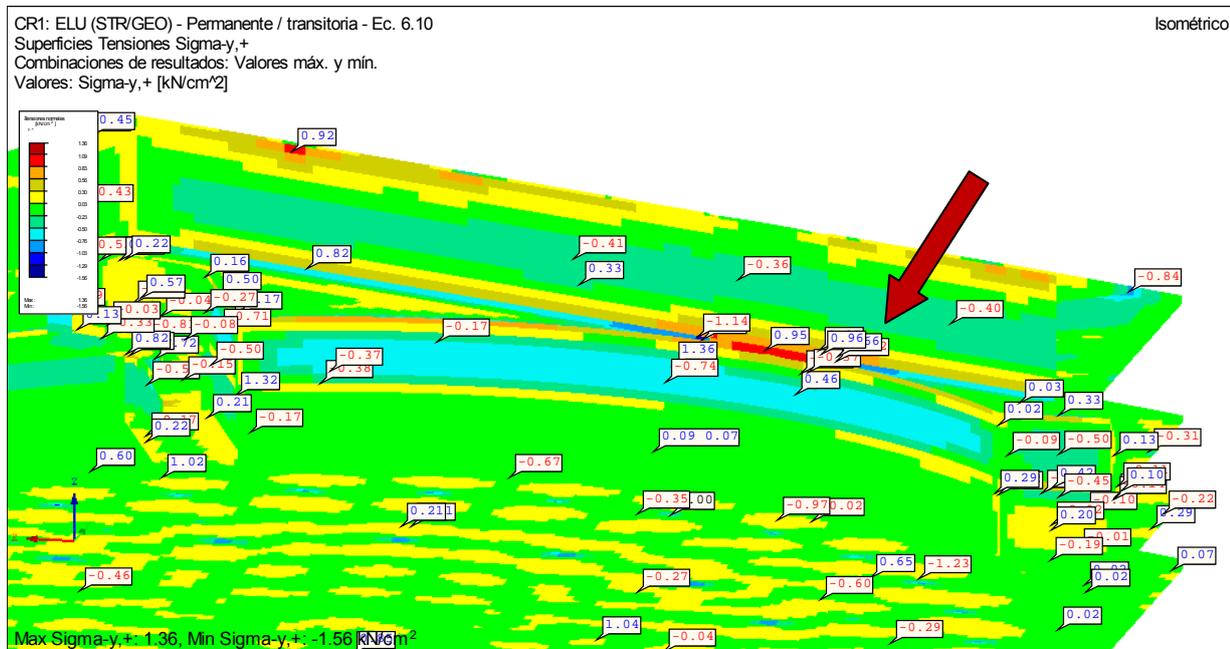


Fig.123. Tensiones en losa de cimentación en muro de contención medianero a ciudadela

Si se analizan las tensiones tangenciales se aprecia que la losa de cimentación también presenta problemas en la parte más estrecha por la acumulación de tensiones, lo cual provocará que esta zona tenga que analizarse a cortante para ver su cumplimiento.

### Encuentro de losa maciza con pilar

#### Punto crítico.

Se detectan varias zonas donde se producen tensiones inadmisibles en la cabeza de los pilares. Esto es debido a las grandes luces que ha marcado el diseño arquitectónico (Fig.124).

#### Solución adoptada.

La solución adoptada consiste en aumentar el canto de la losa maciza para que la sección adquiera la resistencia adecuada a cortante. Esta solución plantea el problema del incremento de peso del forjado, lo cual agrava este problema.

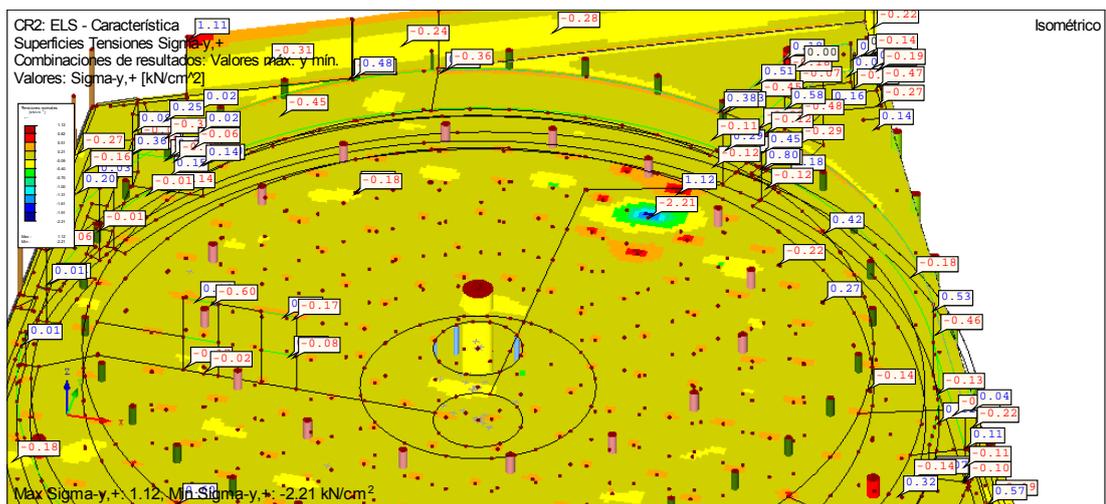


Fig.124. Planta sótano -2. Estado de tensiones normales

### Respuesta del modelo.

El modelo responde bien ante el aumento de sección, lo que ha generado que se aumenten de medio 5 cm cada losa de forjado.

### Salida de emergencia planta -3.

#### Punto crítico.

Las plantas -2 y -3 tienen una escalera de emergencia que se comunica con otra parte de la estación fuera del ámbito de estudio (Fig.125). Éste es un punto crítico ya que se acumulan tensiones de distinta índole que se concentran en la zona

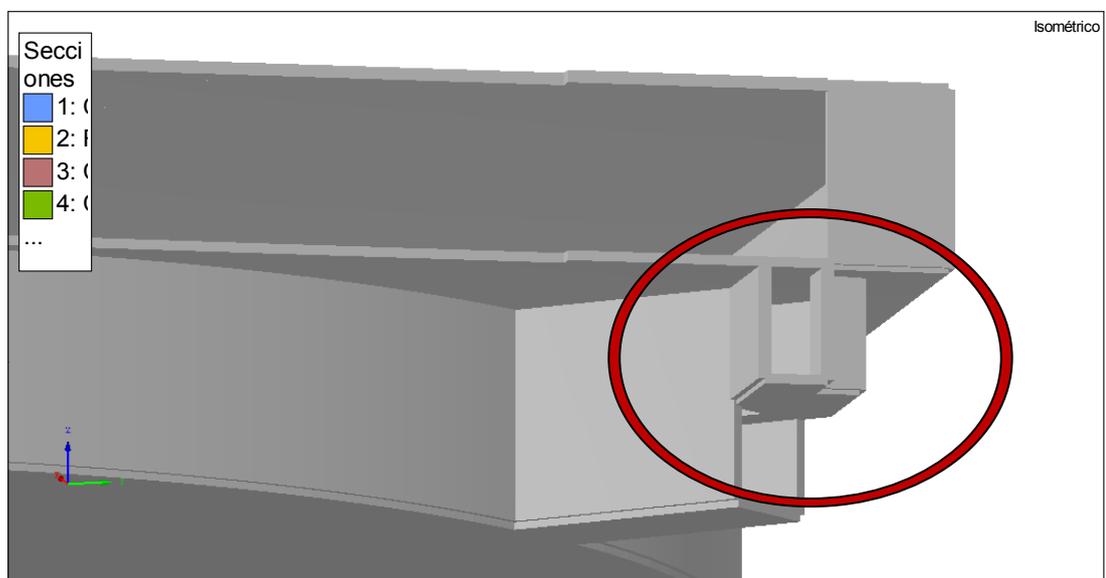


Fig.125. Pasillo de evacuación planta sótano -3

### Solución adoptada.

En el modelo se diseña la solución tal y como se propone en el proyecto, utilizando las dimensiones obtenidas por predimensionamiento tanto en el muro como en la losa de cimentación. La solución adoptada propone la modificación del espesor de la losa maciza del sótano -3 para conseguir que se cumplan los requisitos a cortante.

Como medida adicional se define el apoyo de las losas sobre los muros como “Muros en z”, de forma que se pueda modelar el encuentro de una forma más parecida a la realidad dado los espesores de los elementos. Este tipo de apoyo está definido en el Capítulo 9.

### Respuesta del modelo.

El modelo presenta tensiones críticas en la cabeza del muro de contención de la planta -3 a lo largo de todo el muro, fundamentalmente provocado por la sobrecarga de uso de esta planta (Fig.131).

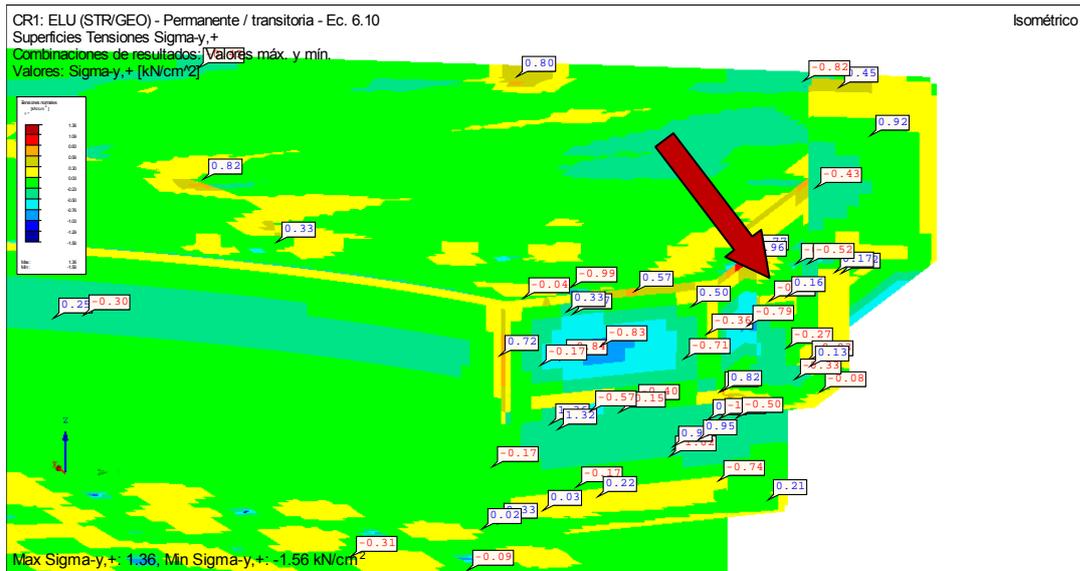


Fig.126. Estado de tensiones salida de evacuación sótano -3

Estos esfuerzos no sólo se originan en esta zona señalada, sino también suceden en los encuentros de los muros con el forjado de la planta -3. En este caso se puede estimar que son unas tensiones irreales derivadas de las condiciones de contorno de los elementos finitos, ya que se ha operado modificando estos elementos y desaparecen. La Fig.127 muestra estos puntos conflictivos.

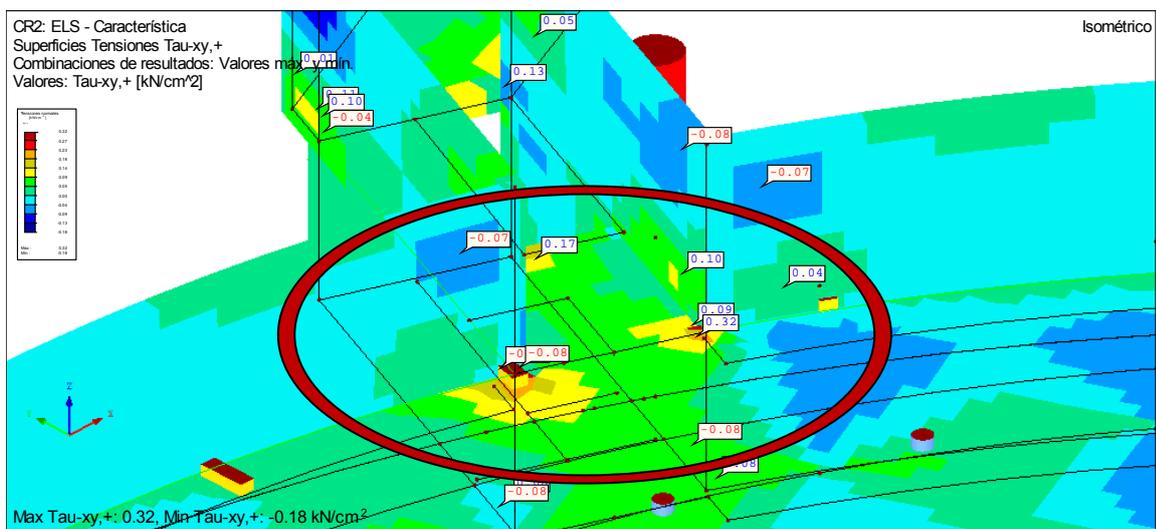


Fig.127. Encuentro pasillo de evacuación con estructura principal en planta -3

## 10.4 Requerimientos de Cálculo.

El proceso de cálculo, además de generar modificaciones debidas a tensiones excesivas en los distintos elementos, muestra otros aspectos que han sido subsanados en el modelo, y que son los siguientes:

### Ajustes de predimensionamiento

En apartados anteriores se ha comentado que, debido fundamentalmente al agotamiento de las secciones de hormigón a compresión y cortante, se ha procedido a aumentar en canto de las losas macizas que componen los forjados.

Otros ajustes del predimensionamiento se han realizado en algunos pilares, concretamente en la hilera circular numerada desde el P127 al P157. Estos pilares cambian se sección en la planta -2, pasando de una sección rectangular de 0,40x1,20 m a in círculo de 0,90m. Además de provocar tensiones de punzonamiento en la losa, que se resolvió aumentando el canto de la misma, algunos pilares mostraban fallos a torsión y cortante, por lo que se aumentó la sección a 0,50x1,20 m

### Ajustes de resistencia de hormigón

La iteración de cálculo ha planteado en numerosas ocasiones problemas por agotamiento de la sección a compresión y cortante. Dado que, por el diseño arquitectónico, no es posible en muchas ocasiones aumentar la sección crítica para mejorar la resistencia, se ha optado por ejecutar la obra con un hormigón HA-40,

### Inserción de nuevos elementos

Una de las premisas fundamentales del proyecto es mantener el diseño arquitectónico de la manera más fiel posible, formulando un diseño estructural que responda a las necesidades planteadas.

Esta cuestión no ha podido ser respetada completamente ya que ha sido necesario añadir un pilar que redujese la luz existente en una zona concreta entre la planta -2 y la Planta 0, tal y como se muestra en la Fig.128.

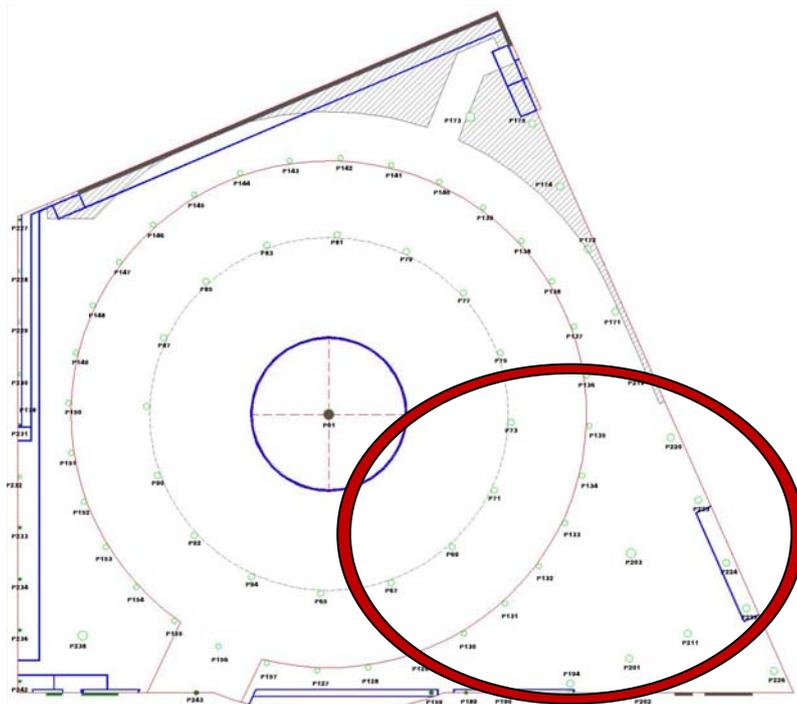


Fig.128. Planta 0. Grandes luces entre pilares

Se puede observar claramente que hay entre los pilares P131, P132, P133, P194, P201, P203 y P211 unas luces aproximadamente entre 18 y 20 metros

Las soluciones probadas han sido numerosas, entre las que destacan las siguientes:

- Disposición de vigas de canto invertido en cruz. Dada la gran luz, estos elementos sólo empeoraban el modelo al incrementar el peso propio, con flechas cercanas a los 4 cm.

En las Figs.129 y 130 se muestran tanto la disposición de las vigas como el resultado de las mismas según el cálculo realizado.

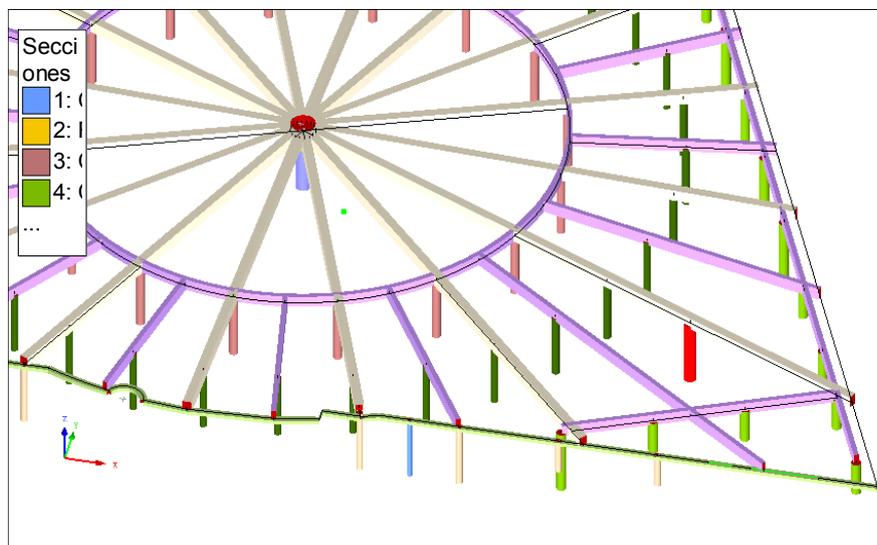


Fig.129. Esquema de vigas en Planta 0

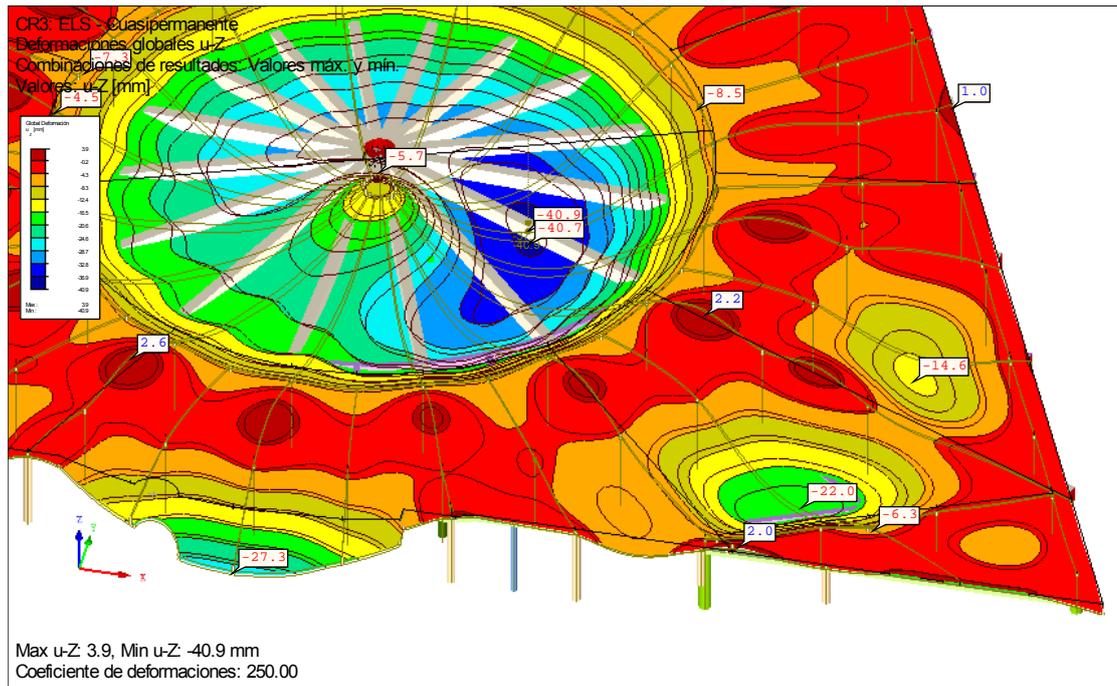


Fig.130. Flechas en forjado de Planta 0

- Vigas pretensadas. Para salvar este hito, se pensó en colocar una viga pretensada que compensase la flecha excesiva. Esta viga resultó ser inoperativa debido a que el momento hiperestático inducido en la estructura anulaba en gran medida la fuerza de pretensado debido a la posición de la viga, por lo que no tenía utilidad alguna.

En la Fig.131 se muestra el diagrama para el pretensado, observándose que la fuerza que generan 2 tendones con 55 cordones cada uno es inapreciable:

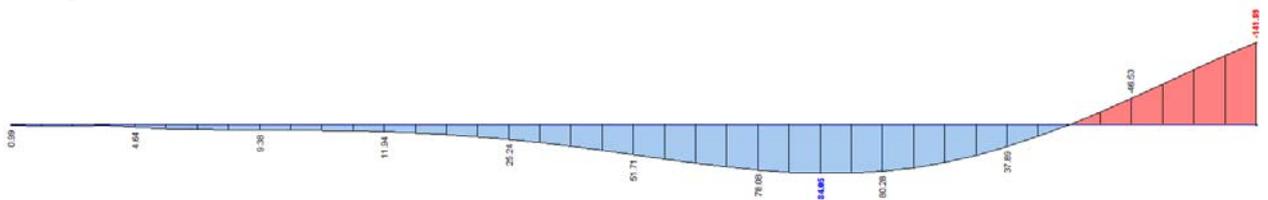


Fig.131. Esquema de momento flector de viga pretensada. Tanteo de soluciones

Debido a estos condicionantes finalmente se ha dispuesto un nuevo pilar que supla las carencias detectadas y ubicado de la forma más central posible para conseguir maximizar su efecto. Las interferencias en la planta son nulas, ya que en la planta -2 no interfiere la circulación y en las plantas -3 y -4 se ubica en zona de almacenamiento, por lo que está correctamente integrado.

### Modificación de forjado de Planta 0

La idea de proyecto pretende diseñar una cubierta que desde el interior sea totalmente plana, sin que se aprecien las vigas que la conforman. A este hándicap se

le suma la escasez de pilares en esta planta, basado fundamentalmente en el diseño del conjunto.

La propuesta planteada para salvar la luz de 26 metros central se basa en colocar una serie de vigas radiales invertidas pretensadas que se asientan sobre la pila central y se denominan vigas tipo 1. Estas vigas tienen un zuncho de atado sobre la primera corona de pilares. A su vez se definen unas vigas tipo 2, que parten del zuncho de atado central y refuerzan la mitad del vano de las vigas pretensadas, apoyándose a su vez en la distribución radial de pilares (Fig.132).

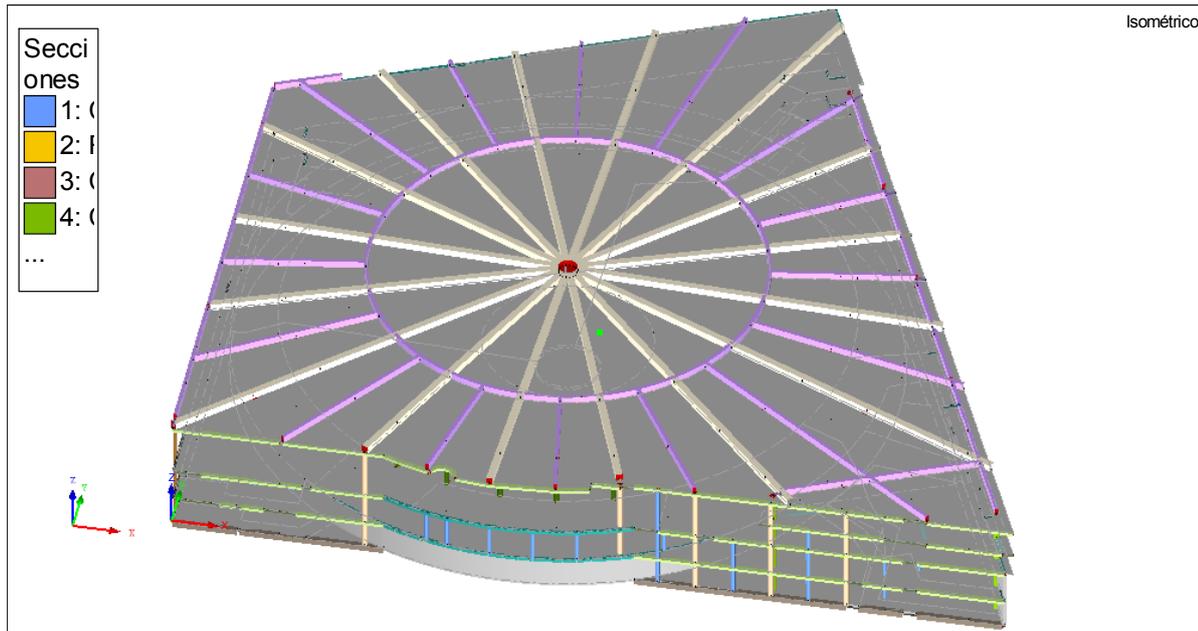


Fig.132. Esquema de vigas en forjado Planta 0. Tanteo de soluciones

Por último, con objeto de mitigar los efectos de las vigas de canto sobre los bordes de la placa, se disponen una serie de vigas perimetrales que eviten el cortante que podrán ejercer estas vigas.

A grandes rasgos, las conclusiones a las que se han llegado son las siguientes:

- Pretensar toda la longitud de las vigas. Al tener las vigas una longitud irregular, el reparto de las fuerzas de pretensado no consigue que, en el momento de transferencia, se encuentren todas las viga a compresión debido a que no se consiguen compensar con el pretensado la diferencia de momentos. La deducción más lógica ha sido pretensar el vano mayor eliminando el pretensado a partir de la segunda corona.
- Pretensar las vigas intermedias. Al eliminar el pretensado de las vigas principales a partir de la segunda corona circular obliga a eliminar este pretensado.
- Eliminar las vigas de la segunda corona. La actuación consistió en sólo disponer vigas dentro de la primera corona circular, absorbiendo la placa los esfuerzos de cálculo. Esto tampoco ha resultado viable, ya que se concentraban una serie de tensiones en la losa que no eran admisibles por

superar la capacidad de la biela a compresión. Esto genera además unas tensiones en la viga zuncho sobre las cabezas de los pilares que superan la resistencia del hormigón. La Fig.138 muestra la concentración de estas tensiones.

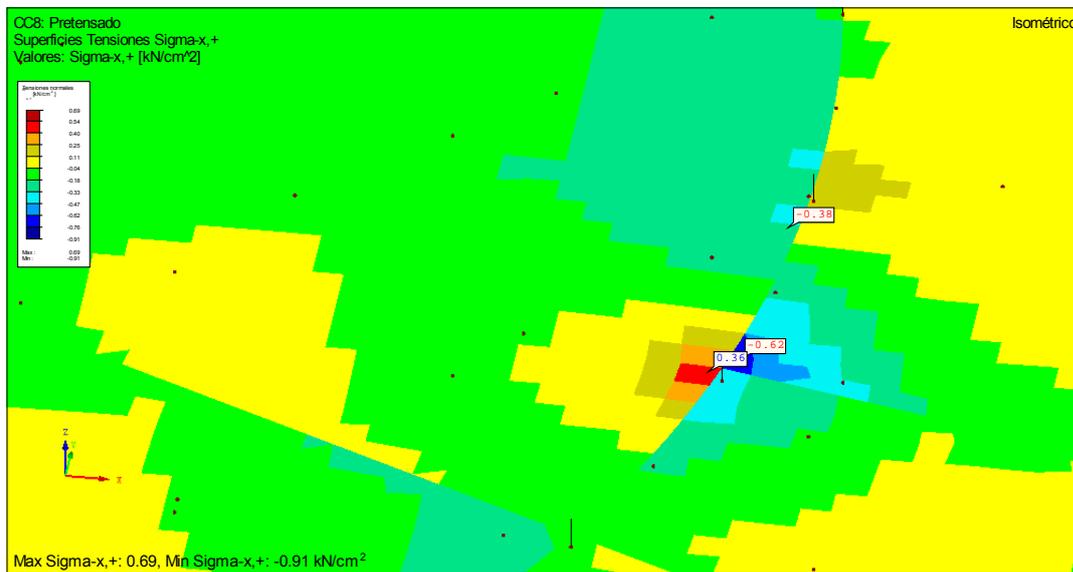


Fig.133. Estado de tensiones inducido por pretensado en cabeza de pilar. Forjado Planta 0

La solución más óptima y la que al final cumple los requisitos de pretensado que se analizarán en el siguiente apartado consiste en la disposición de vigas pretensadas en el primer vano, delimitadas por la viga zuncho circular. El resto del forjado se resuelve con vigas de canto más reducido cuya misión fundamental es eliminar el punzonamiento que causan los pilares en estos puntos.

La Fig.134 muestra la disposición que ha resultado viable técnicamente. En blanco se aprecian las vigas pretensadas, de dimensiones 0,90x1,80m y en magenta están las vigas de refuerzo, con una dimensión de 0,90x0,60 m.

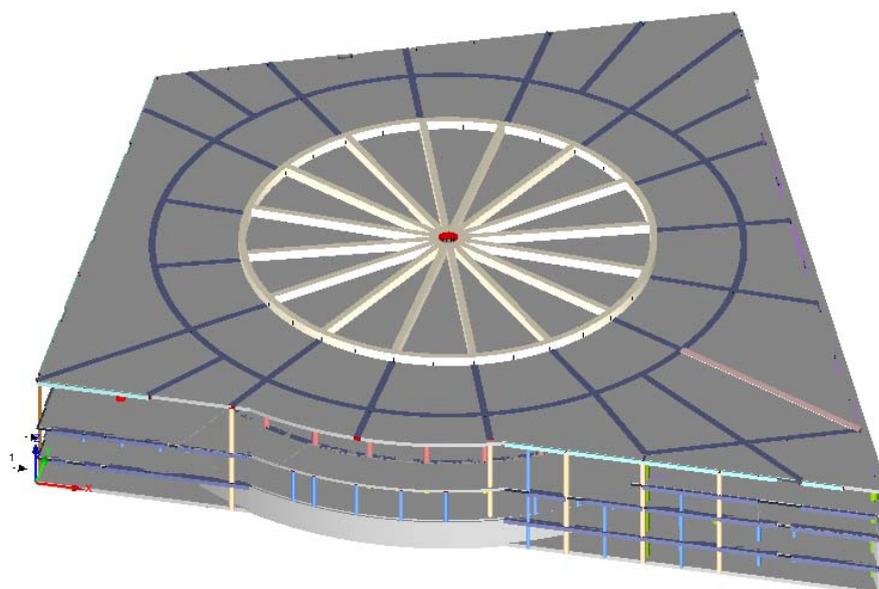


Fig.134. Esquema de vigas en forjado Planta 0. Tanteo de soluciones 2

Como se puede ver, la distribución de vigas no es homogénea, ya que se centra en evitar el punzonamiento en grandes luces, por eso en los laterales más cortos no hace falta disponer estos elementos. Por último, en la parte inferior derecha hay una viga con un canto superior, ya que por cálculo la sección propuesta no cumplía los requisitos a torsión y cortante.

### Diseño del apoyo central

Se han probado las siguientes alternativas, ya que han aparecido una serie de problemas a la hora del cálculo que no han permitido la obtención de resultados concretos. Las alternativas estudiadas son las siguientes:

- a. Vigas empotradas en nudo central. (Fig.135) Sobre el eje que marca la pila central se empotran todas las vigas y se marca el pilar como un "pilar en Z".

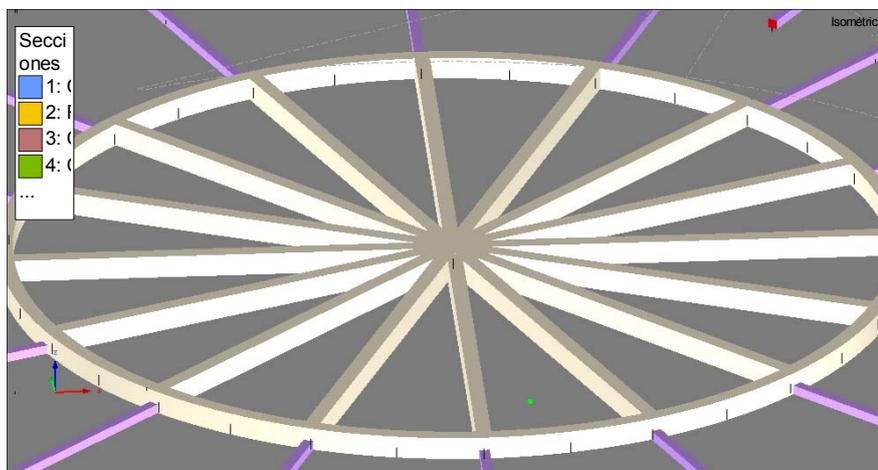


Fig.135. Propuesta de solución nudo central. Empotramiento en cabeza de pilar.

- b. Vigas empotradas en borde perimetral de pilar. (Fig.136) Las vigas finalizan dentro de un círculo de 2,50 metros, a 50 cm del borde del pilar. La losa de forjado puede continuar por encima del pilar o bien se define un hueco de 2,50 m de diámetro.

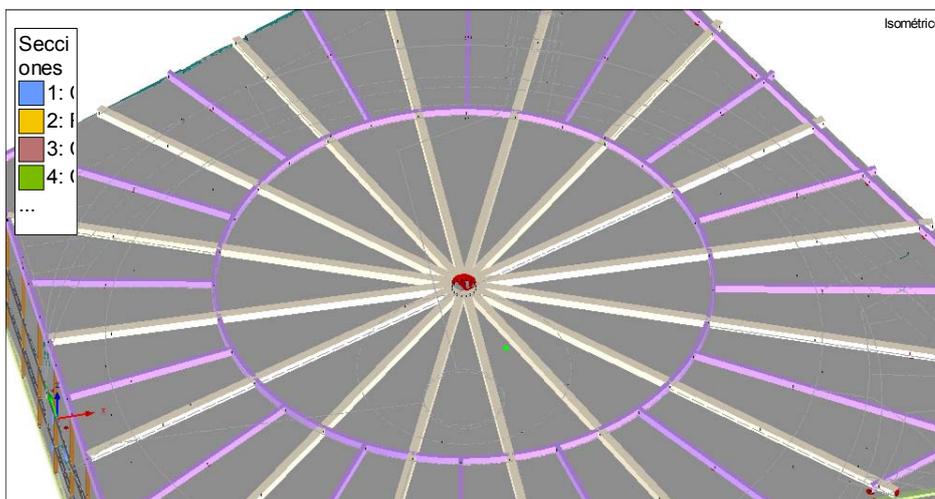


Fig.136. Propuesta de solución nudo central. Empotramiento en borde de pilar.

- c. Vigas empotradas en borde perimetral de pilar y losa de solidarización en cabeza. (Fig.137) Las vigas finalizan dentro de un círculo de 2,50 metros, a 50 cm del borde del pilar. Todas las cabezas de las vigas están recogidas por una losa de 1,80 m de canto para unificar el conjunto.

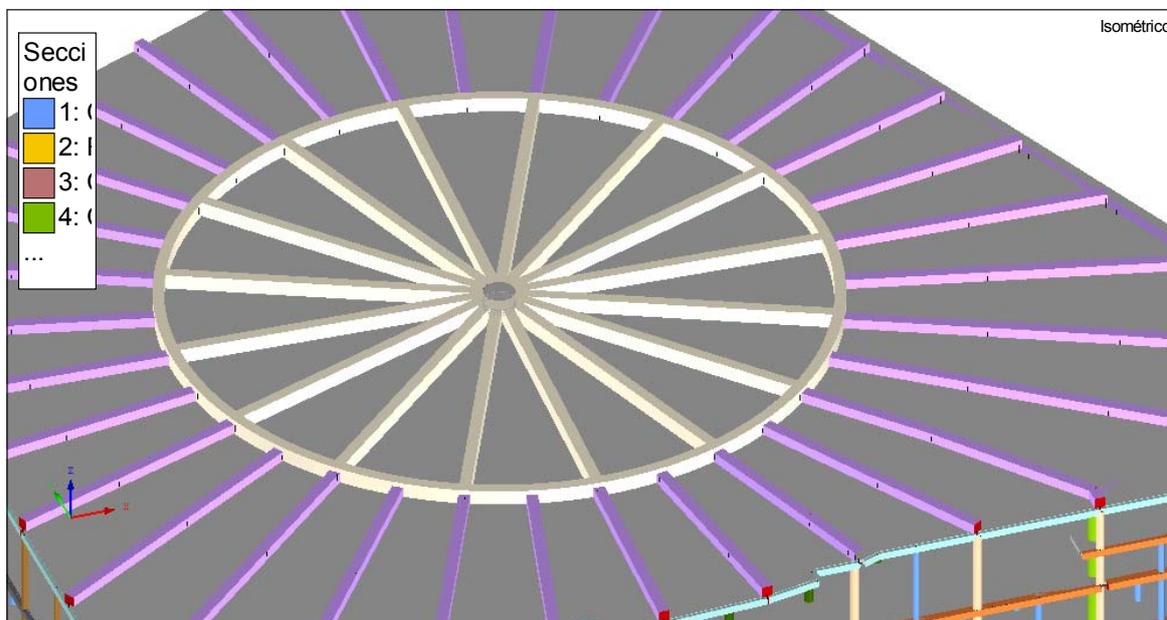


Fig.137. Propuesta de solución nudo central. Losa de solidarización de vigas.

- d. Las vigas se articulan con el borde del pilar. (Fig.138) Las vigas finalizan dentro de un círculo a 2,50 m, a 50 cm del borde del pilar, y se permite el giro de las mismas mediante una articulación

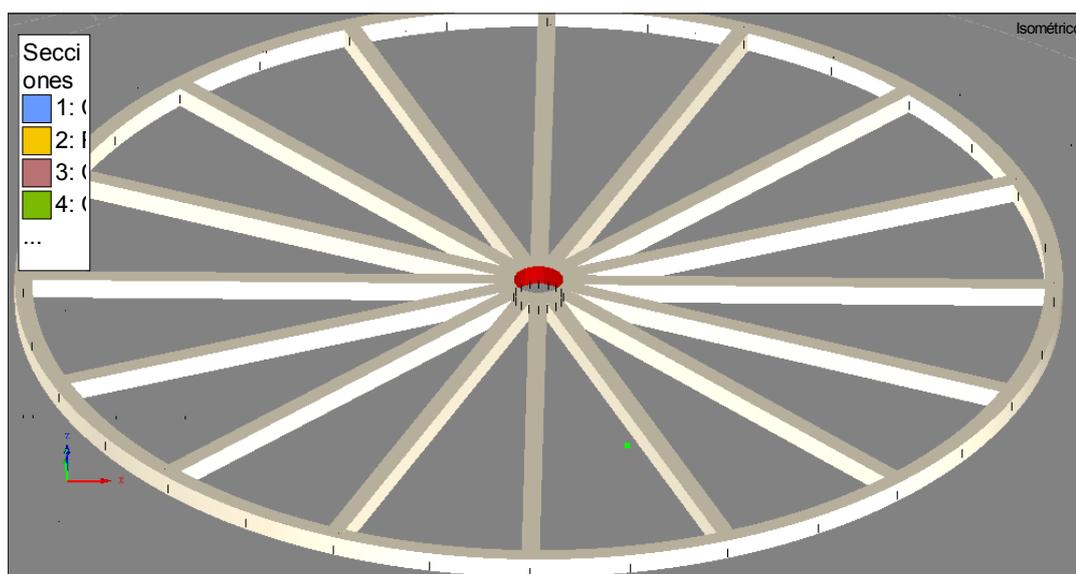


Fig.138. Propuesta de solución nudo central. Articulación en cabeza de pilar.

Las conclusiones que se obtienen de estas pruebas son las siguientes:

- a. Vigas empotradas en nudo central. Los datos obtenidos en el modelo arrojan unas tensiones razonables en la losa de cubierta.

El principal problema que se origina se detecta en las pruebas realizadas para conseguir que las vigas pretensadas estén a compresión en el momento de transferencia no son factibles, por lo que siempre un tramo de las barras se encontrará a tracción (Fig.139).

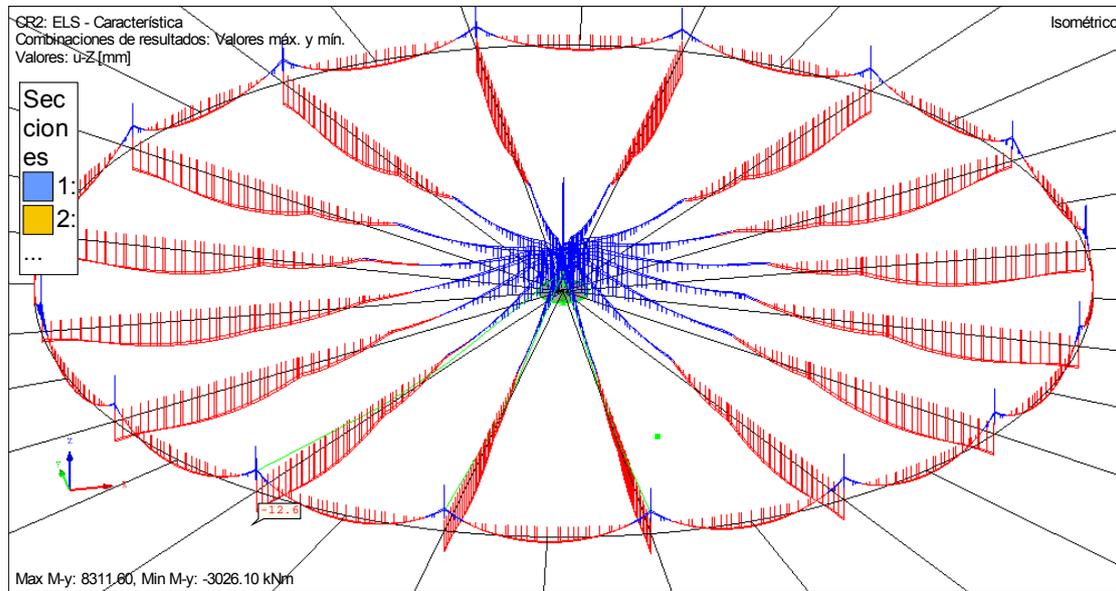


Fig.139. Esquema de momentos para vigas empotradas en cabeza de pilar

A pesar de realizar numerosas pruebas con distintas configuraciones de tendones, y de orientar el tesado de forma favorable, el empotramiento y el momento hiperestático que confiere el pretensado reduce mucho la fuerza de pretensado, generando por tanto que una parte de la sección de la viga se mantenga siempre a tracción. Se ha probado una variada multitud de formas de trazar los tendones, incluso reforzando las vigas con un segundo tendón para ver si el problema provenía de la ausencia de fuerzas de tesado. Tras numerosos intentos el diagrama de momentos en la combinación característica obtenido se muestra en la Fig.140.

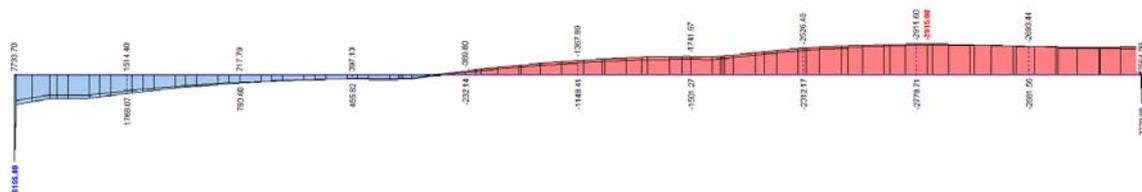


Fig.140. Diagrama de momentos para una viga empotrada en cabeza de pilar

En cuanto a tensiones en la losa maciza, está dentro de los valores normales según se puede observar en la Fig. 141.

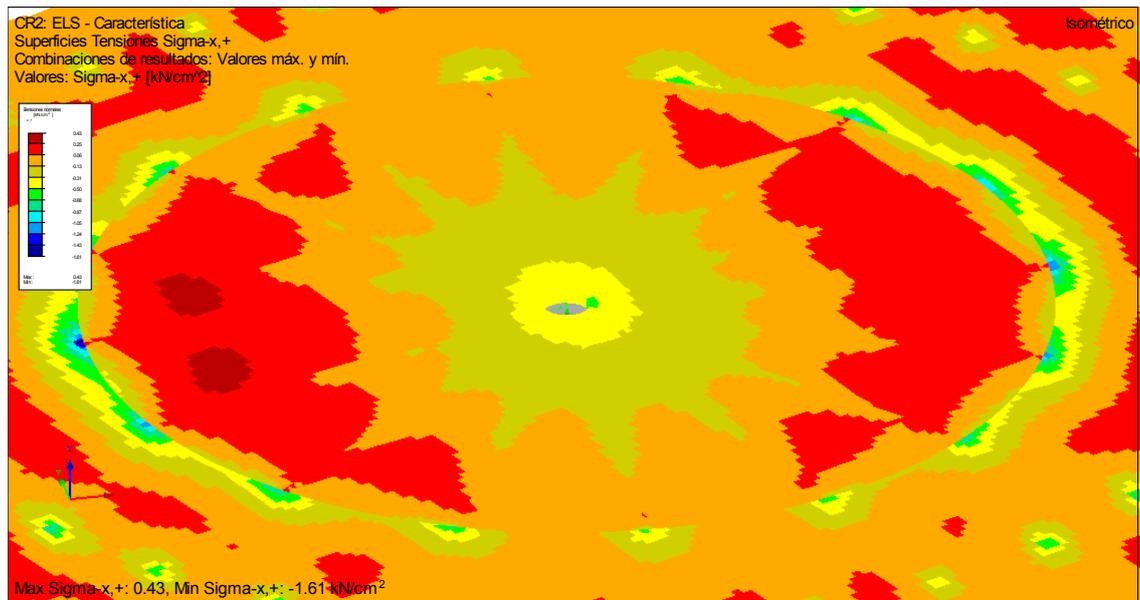


Fig.141. Tensiones normales en losa maciza. Vigas empotradas en cabeza de pilar

- b. Vigas empotradas en borde perimetral de pilar. Dado que el problema está generado por empotrar todas las vigas en un punto central se opta por retranquear las mismas al borde de la pila central (ya se estudiará posteriormente la forma de resolver el apoyo).

Los resultados que ofrece el programa respecto al pretensado son esperanzadores, ya que la sección se encuentra dentro de los parámetros de compresión pretendidos, pero en cambio se generan unas tensiones en la losa de forjado inadmisibles. El diagrama de momentos en la combinación característica se muestra en la Fig.142:

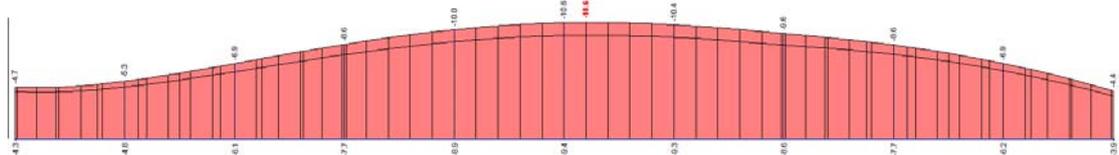


Fig.142. Diagrama de momentos para una viga empotrada en borde de pilar

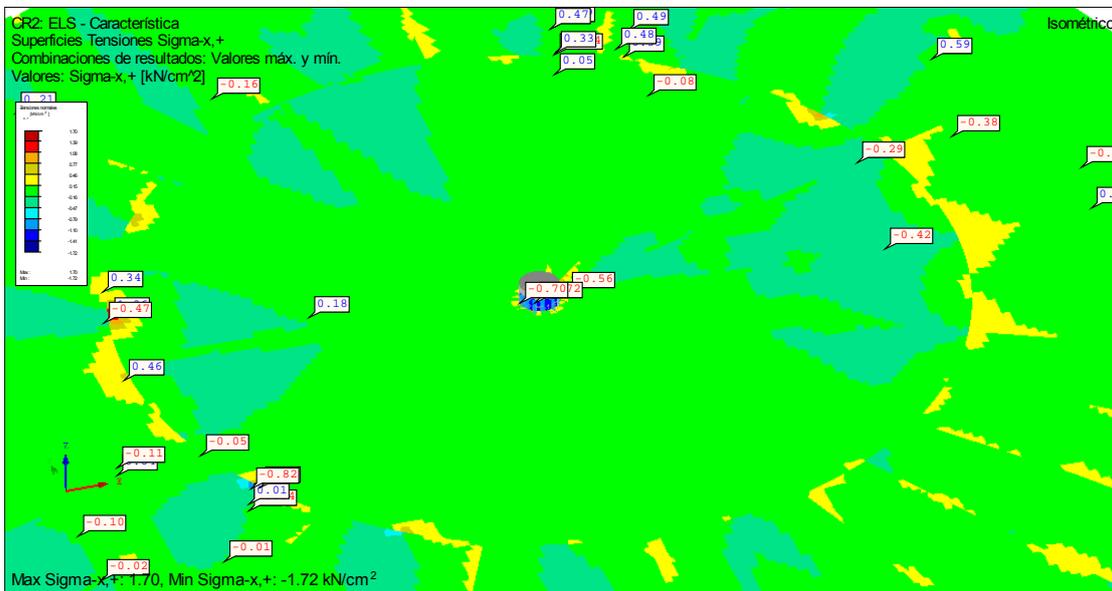
Estas tensiones se generan bien prolongando la losa como un continuo por encima del pilar o bien definiendo un hueco para evitar la zona más tensionada, ya que dichos esfuerzos se desplazan al entorno de la viga.



**Fig.143. Tensiones normales en losa maciza. Vigas empotradas en borde de pilar**

En la Fig.143 se aprecia que la zona central de apoyo del pilar alcanza tensiones cercanas a 11,5 kN/cm<sup>2</sup>, muy superiores a las admitidas a compresión por el hormigón.

- c. Vigas apoyadas en borde perimetral de pilar y losa de solidarización en cabeza.  
 En un intento de reducir estas tensiones se busca aumentar el canto de la losa sobre el pilar para poder reducir las tensiones sobre la misma. Si bien se consigue dicha reducción, ésta no es suficiente y la sección se agota a compresión (Fig.144).



**Fig.144. Tensiones normales en losa maciza. Losa de solidarización**

El apoyo en el pilar se analiza además como un “pilar en z”, donde se toman en consideración las dimensiones del mismo y se establece unas constantes

elásticas en la unión losa pilar en función de la dimensión de éste, su altura y sus grados de empotramiento.

Los diagramas de esfuerzos que se obtienen se muestran en la Fig.150 para la combinación característica:

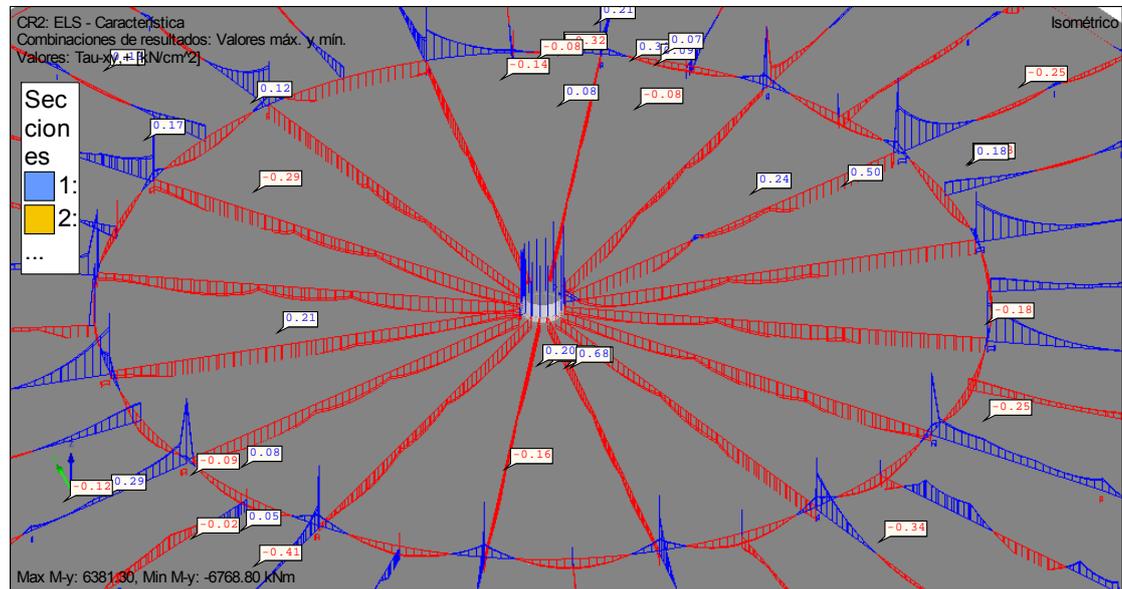


Fig.145. Diagrama de momentos en vigas para solución de losa de solidarización

Se puede observar en la Fig.151 que en los extremos empotrados se producen unos picos de tracción que serán estudiados posteriormente.

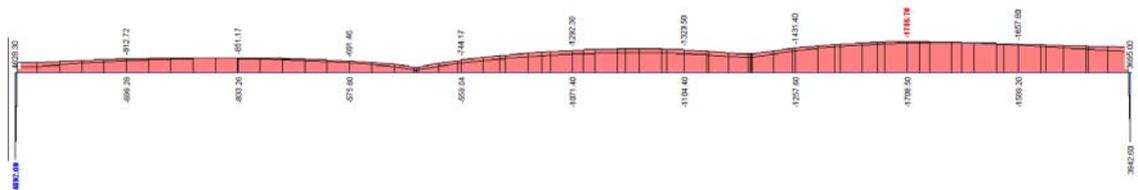


Fig.146. Diagrama de momentos viga con losa de solidarización

- d. Articulación de vigas en la cabeza del pilar. El motivo de esta solución es evitar la transmisión de los momentos generados por el biempotramiento, tanto a las propias vigas como a la losa maciza. Esta solución es la única que cumple con el diagrama de momentos de la combinación característica, de forma que toda la sección está a compresión, y además transmite unos esfuerzos mucho más livianos a la losa de cubierta.

El diagrama de momentos que se obtiene se representa en la Fig.147:

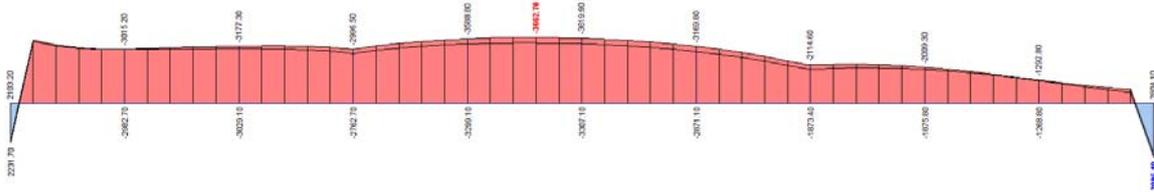


Fig.147. Diagrama de momentos viga empotrada y articulada

En el conjunto total del forjado de Planta 0, los diagramas de momentos flectores son todos similares por la simetría de acciones y cargas, según se puede ver en la Fig.148.

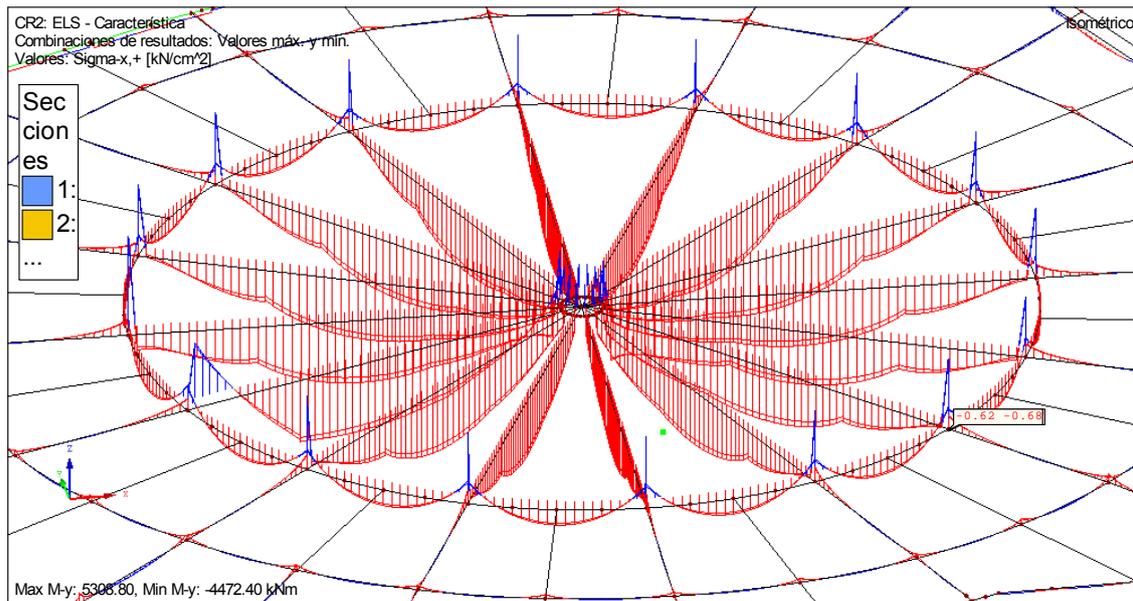


Fig.148. Diagrama general de momentos viga empotrada y articulada

Las tensiones a las que se encuentra sometida la losa maciza son elevadas pero no agotan el hormigón a compresión y cortante, siendo un ejemplo de las mismas las que se pueden ver en la Fig.149.

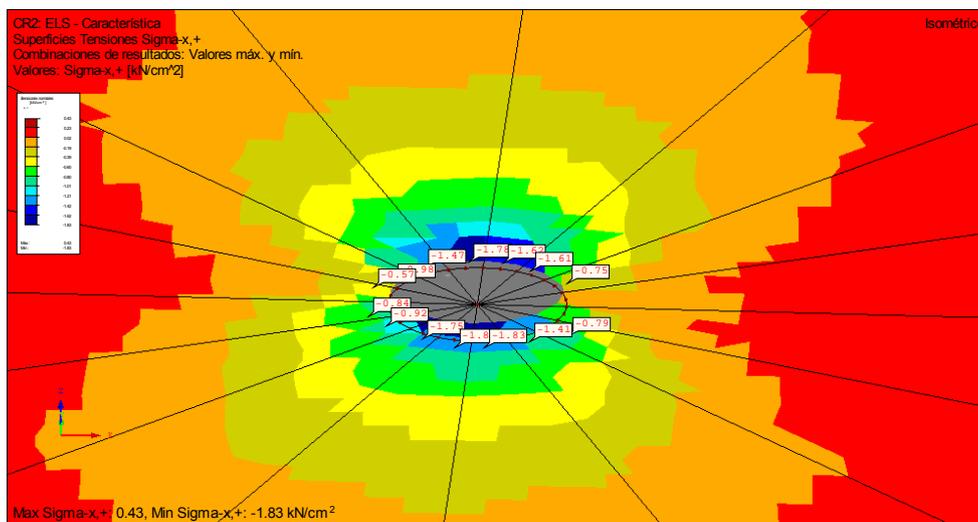


Fig.149. Estado de tensiones de losa maciza en zona de apoyos de vigas

A pesar de estar empotrada y articulada, el programa no transmite estos esfuerzos de forma clara al modelo, ya que existe, por ejemplo, en el diagrama de peso propio, momento positivo en la articulación como se aprecia en la Fig.150.

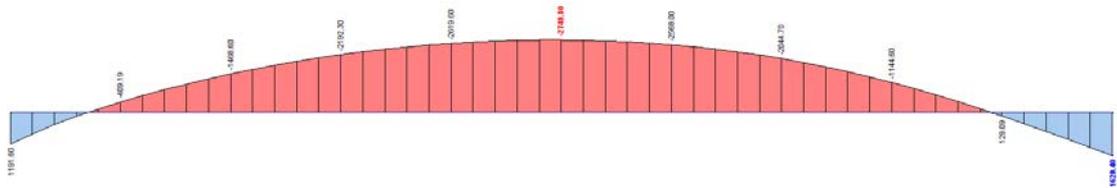


Fig.150. Diagrama peso propio viga articulada-empotrada

El motivo de este empotramiento puede ser debido al efecto que producen la losa maciza entre las vigas, que las solidariza y genera un efecto de empotramiento inferior a un empotramiento clásico pero no genera los efectos de una articulación (Fig.151).

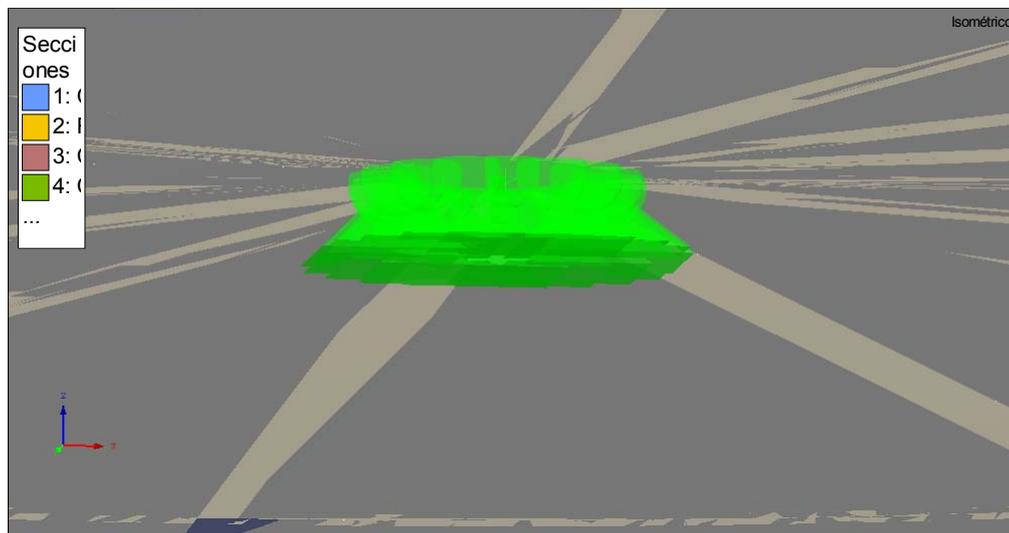


Fig.151. Articulación de vigas en pila central

## 10.5 Geometría y Cálculo del Pretensado

### 10.5.1 Evolución Geométrica del Pretensado

Según se ha expuesto anteriormente, la concepción inicial del diseño del pretensado ha ido evolucionando en función de los cálculos y resultados obtenidos. La idea original, centrada en dos tipos de vigas principales, denominadas 1 y 2 ha seguido la siguiente evolución:

Paso 1. Introducción de la tipología seleccionada en predimensionamiento.

Disponer de una estructura radial de vigas pretensadas apoyadas en la viga central y que discurran a lo largo de toda la cubierta parecía, a priori, la solución más eficaz, ya que es la forma más coherente de distribución de fuerzas. Los inconvenientes que genera son los siguientes:

- Esquema de esfuerzos desigual. El trazado de las vigas no es regular en su distribución de luces ni en su longitud (Fig.152). Esto motiva que la fuerza de pretensado se distribuya de forma irregular y no consiga que la sección, en el momento de transferencia para la combinación característica se encuentre comprimida. Quizás esta solución sería más efectiva para luces regulares. En la siguiente figura se muestra la relación entre el diagrama de peso propio de la viga y el de pretensado. Se puede apreciar como el vano contiguo al de máxima luz se ve penalizado por el de máxima longitud.

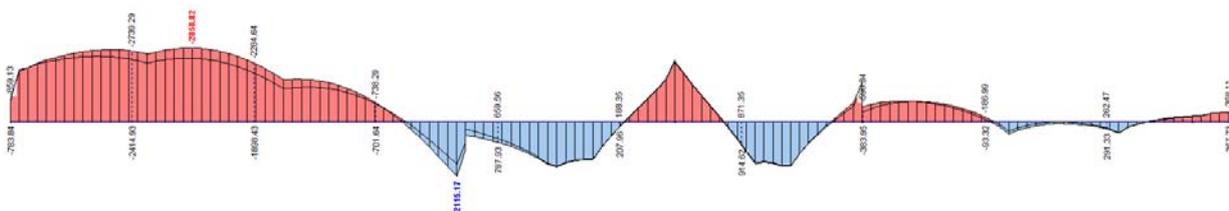


Fig.152. Momento de combinación característica para viga con empotramiento en varios vanos.

- Momento hiperestático. Al no estar las vigas apoyadas o articuladas se produce un momento hiperestático debido a esta situación. Este momento será clave para el diseño de la sección y el cumplimiento de los requisitos que establece la normativa, centrado en conseguir que la sección esté fundamentalmente comprimida.
- Disposición de tendones. Para disponer los tendones se ha utilizado el diagrama de peso propio. Dado que las cargas muertas y la sobrecarga producen un diagrama similar, se intentaba generar el diagrama “negativo” que corrigiese esos esfuerzos. Esto no ha sido posible por la descompensación existente entre las distintas luces del vano.

## Paso 2. Eliminar tramos de viga con luces pequeñas.

En un intento de compensar esta diferencia de esfuerzos planteada en el paso 1, esta actuación tampoco compensó las diferencias entre vanos.

## Paso 3. Delimitación de las vigas pretensadas al vano central

El siguiente paso consistió en limitar la zona pretensada a la máxima luz, ya que las restantes pueden ser “asumibles” mediante estructura con armaduras pasivas.

Esta solución ha sido la definitiva, ya que se ha conseguido cuadrar los diagramas de momentos de las vigas, para que se encuentren a compresión en el momento de transferencia.

Posteriormente se comprobó que el resto de las zonas donde se eliminaron las vigas cumplían los estados tensionales máximos permitidos. Tras unos ajustes, colocando vigas de canto sensiblemente menor al previsto inicialmente para evitar el punzonamiento de los pilares, se valida la estructura.

Esta solución fue además perfeccionada, ya que restaba un último aspecto por estudiar, que consiste en el tipo de apoyo de las vigas en la pila central, según se ha estudiado y explicado ampliamente en el apartado anterior. Las conclusiones a las que se han llegado tras numerosas pruebas son las siguientes:

- Empotramiento de vigas. En este caso, el momento hiperestático que generan las vigas reduce mucho la capacidad de actuación de los tendones. Esto se observó empotrando las vigas con la pila central o bien solidarizándola con una losa, que generaba unas tracciones que no se podían compensar con el tesado de la pieza.
- Tensiones admisibles en losa elevadas. El empotramiento además genera unas tensiones en la losa que la agotaban a compresión.
- Articulación de vigas. Dado que el problema es el empotramiento, se optó por eliminar uno de ellos, articulando las vigas en la parte central. Así se consigue reducir tensiones y los tendones son efectivos en su tarea.

### 10.5.2 Caracterización de Tendones

El predimensionamiento de la estructura pretensada realizada en el Capítulo 14 servirá como base de cálculo. Las vigas pretensadas constarán por tanto de 1 tendón con 37 cordones de acero Y1860S7,  $\phi$  15.2. Se consideran unas pérdidas del 20% y un porcentaje de tesado del 75%.

Se realiza un primer cálculo con estos datos, y se concluye que son suficientes para la carga obtenida.

### 10.5.3 Ajuste Geométrico de Tendones

Según lo comentado en Capítulo 18, el programa RFEM, a través de su módulo RF-TENDON permite el ajuste geométrico de los tendones de una forma muy cómoda. Adaptando su posición según los apoyos, el programa dibuja los tendones como una catenaria, colocando su trazado en la parte superior de los apoyos y en la parte inferior del centro de vano.

También se ha argumentado el proceso de análisis de las vigas pretensadas, reduciendo su ámbito sólo a las vigas centrales.

En este caso, la disposición del tendón es como una catenaria apoyada en dos extremos. La tipología de postesado elegida consiste en la colocación de un anclaje

perdido sobre la pila central, ejecutándose el pretensado de forma radial desde el extremo exterior de las vigas.

El objetivo principal para el cálculo de la viga pretensada es la consecución de una sección sometida en toda su longitud a esfuerzos de compresión. Para ello se verificará que, en la combinación característica, toda la sección se encuentra bajo esta premisa. Para ello se jugará con la posición del tendón de forma que compense los esfuerzos contrarios de la sección.

El punto de partida es el esquema de momentos de peso propio mostrado en la fig. 148. Dadas las acciones y cargas que hay sobre la estructura, el esquema de momentos que habrá que compensar se parecerá mucho al de peso propio, ya que las otras acciones importantes que hay sobre las vigas son también cargas superficiales, como las cargas muertas, nieve y sobrecarga de uso.

Este diagrama no es simétrico, teniendo un mayor peso el momento en el extremo opuesto a las vigas dado que el ámbito de la losa maciza es triangular. Por esta causa se dispone un tendón con la geometría marcada en la Fig.153.

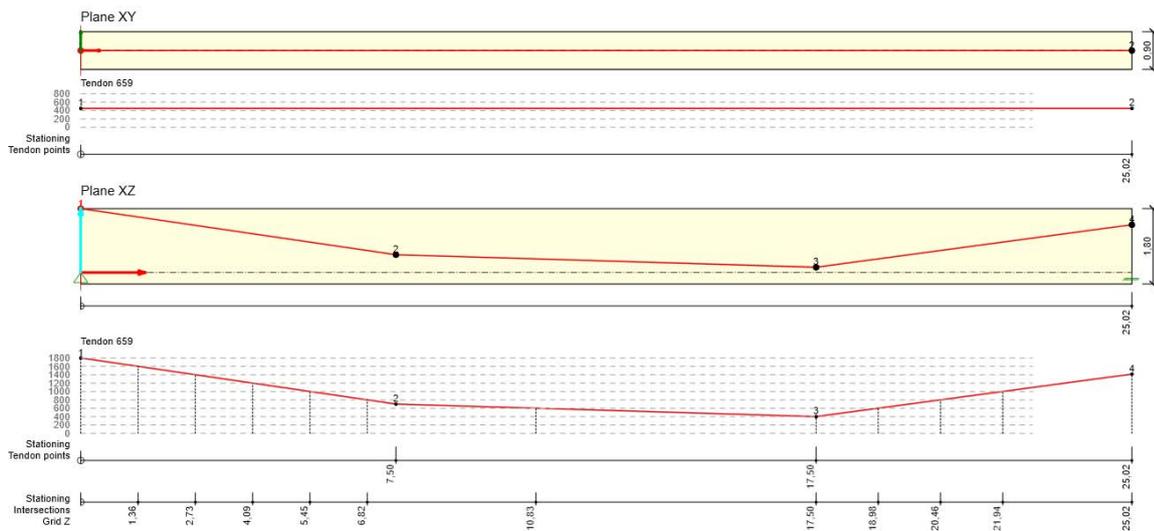


Fig.153. Tanteo inicial de geometría de tendones

El motivo de esta asimetría es conferir al punto 3 el punto de máxima fuerza del pretensado, generando las sfuerzas de pretensado anotadas en la Fig.154

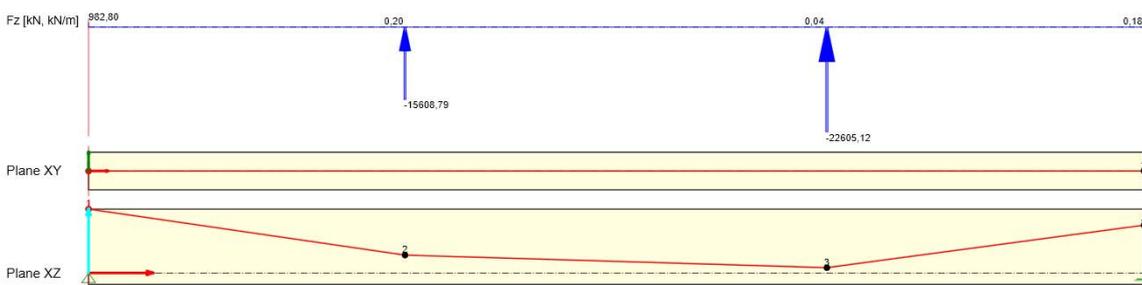


Fig.154. Cargas de pretensado tanteo inicial de geometría de tendones

El balance de cargas que realiza el programa teniendo en cuenta la fuerza de pretensado, las cargas externas y las pérdidas del pretensado se muestran en la Fig.155:

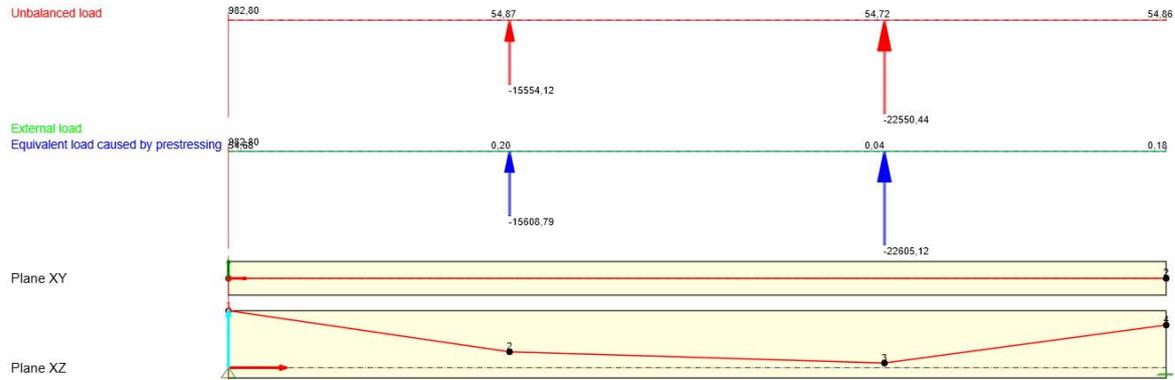


Fig.155. Balance de cargas tanteo inicial de geometría de tendones

Se han de tener también en cuenta las pérdidas durante el pretensado, que además tiene una tipología peculiar por ser sólo tesado por uno de los dos extremos. Las pérdidas, asignadas en el cálculo como un 25%, están reflejadas en la Fig.156.

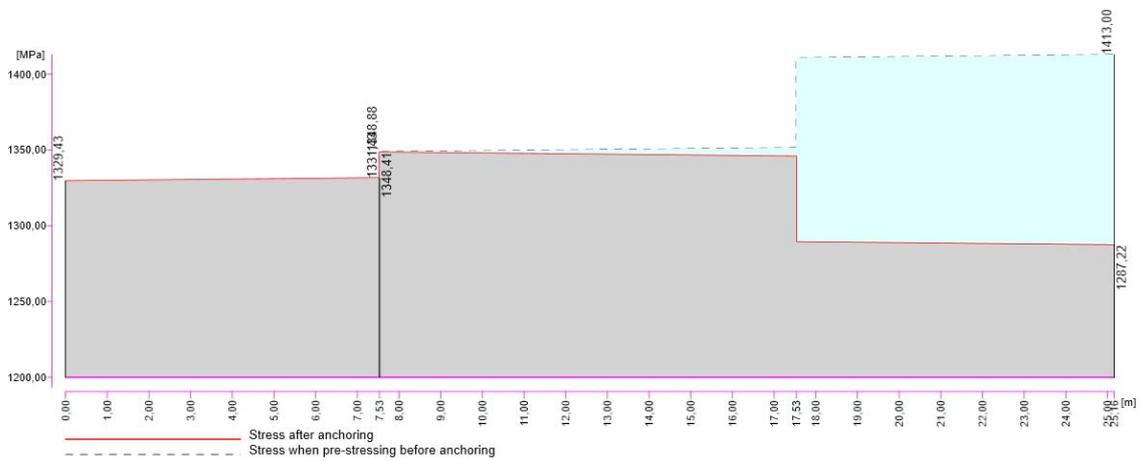


Fig.156. Pérdida de cargas tanteo inicial geometría de tendones

La suma de todo lo expuesto con anterioridad se refleja en el diagrama de momentos en Y para la combinación característica en la etapa 1, donde se tienen en cuenta las cargas muertas y el peso propio, encontrándose toda la tensión a compresión según la Fig. 157.

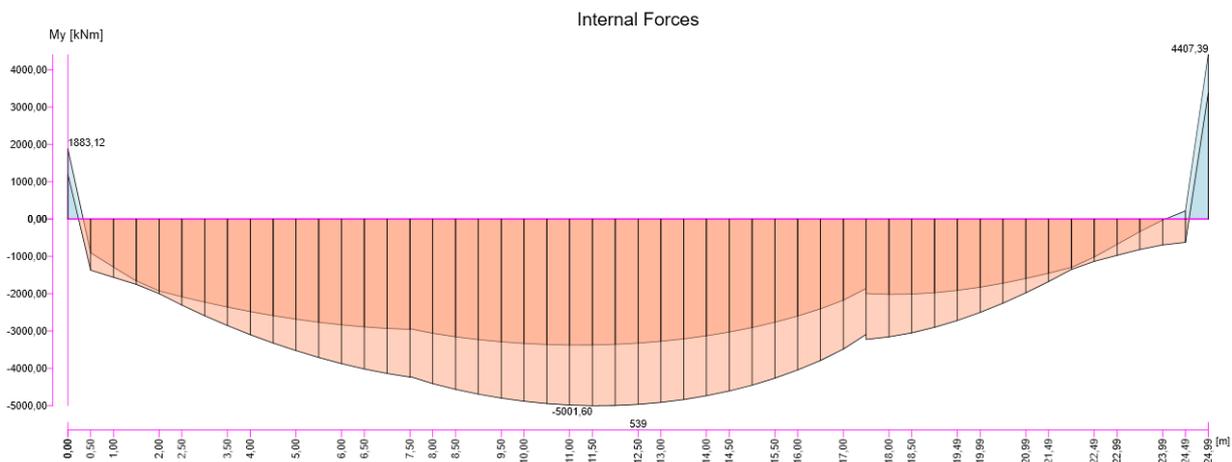


Fig.157. Esquema de momentos tanteo inicial geometría de tendones

En los extremos del diagrama existe un pequeño tramo a tracción que está generado por el empotramiento de los extremos, ya que genera en la estructura adyacente una tracción que se estudiará en el Capítulo 13, Resultados, para definir las soluciones constructivas que se aplicarán en este aspecto para solventar estos esfuerzos.

### 10.5.4 Resumen de Datos

A continuación se resumen en un cuadro las características de cada tendón (son iguales entre sí en las 16 vigas), verificando que no se sobrepasan las tensiones admisibles del cordón de acero y del hormigón (apartados 5.10.2.1 y 5.10.3 del Eurocódigo 2).

Name	Material	A <sub>p</sub> [ mm <sup>2</sup> ]	Length [ m ]	L <sub>s</sub> [ m ]	L <sub>arc</sub> [ m ]	R <sub>min</sub> [ m ]	θ [ ° ]
	Strands	σ <sub>a</sub> [ MPa ]	σ <sub>min</sub> [ MPa ]	σ <sub>max</sub> [ MPa ]	e <sub>ba</sub> [ mm ]	e <sub>aa</sub> [ mm ]	L <sub>set</sub> [ m ]
Tendon 675	Y1860S7-15.2	5143	25,19	25,19	0,00	0,00	16,0
		1413,00	1287,33	1348,47	176	171	17,65
Name	σ <sub>ini,max</sub> [ MPa ]	σ <sub>p,max</sub> [ MPa ]	Check 5.10.2.1(1)P	σ <sub>min</sub> [ MPa ]	σ <sub>max</sub> [ MPa ]	σ <sub>pm0</sub> [ MPa ]	Check 5.10.3(2)P
Tendon 675	1413,00	1476,00	✓	1287,33	1348,47	1394,00	✓
Symbol	Explanation						
A <sub>p</sub>	Area of tendon						
Length	Length of tendon						
L <sub>s</sub>	Sum of lengths of straight parts of tendon						
L <sub>arc</sub>	Sum of lengths of curved parts of tendon						
θ	Cumulative angular change						
R <sub>min</sub>	Minimum radius						
σ <sub>a</sub>	Anchorage stress						
σ <sub>min</sub>	Minimum stress along the length of tendon after anchoring						
σ <sub>max</sub>	Maximum stress along the length of tendon after anchoring						
e <sub>ba</sub>	Theoretical tendon elongation before anchoring						
e <sub>aa</sub>	Theoretical tendon elongation after anchoring						
L <sub>set</sub>	Length affected by anchorage set						
σ <sub>ini,max</sub>	Maximum initial stress in tendon						
σ <sub>p,max</sub>	Limit value of tendon stress applied to the tendon acc. to 5.10.2.1 (1)P						
Check 5.10.2.1(1)P	Check of criterion according to provision 5.10.2.1 (1)P (σ <sub>ini,max</sub> ≤ σ <sub>p,max</sub> )						
σ <sub>pm0</sub>	Limit value of tendon stress applied to the tendon acc. to 5.10.3 (2)						
Check 5.10.3(2)P	Check of criterion according to provision 5.10.3 (2)P (σ <sub>imax</sub> ≤ σ <sub>pm0</sub> )						

# 11 Cálculo Estructura Hormigón Armado

Al igual que en el apartado anterior se procederá a la comprobación de los estados límites correspondientes, y que son los siguientes:

- **Estado Límite Último.**
  - Estado Límite de Equilibrio
  - Estado Límite de Inestabilidad
  - Estado Límite de Agotamiento frente a Solicitaciones Normales
  - Estado Límite de Agotamiento a Cortante
  - Estado Límite de Agotamiento a Torsor
  - Estado Límite de Agotamiento frente a Punzonamiento
  - Estado Límite de Agotamiento por Esfuerzo Rasante
  
- **Estado Límite de Servicio**
  - Estado Límite de Fisuración
  - Estado Límite de Deformación

De todos los estados límites anteriormente expuestos, existen una serie de ellos que se pueden calcular a través de módulos adicionales a RFEM y otros que no. Los que no son calculables son los siguientes:

## 11.1 Estados límites no Calculados por Módulos de RFEM

### Estado límite de equilibrio.

Según define la propia EHE, se trata de contrastar las fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras del conjunto para ver si se produce deslizamiento o vuelco. No se realizará esta comprobación ya que el predominio de las fuerzas verticales frente a las horizontales es muy significativo.

### Estado límite de inestabilidad.

Según se explicó capítulo 17.5, la estructura tiene un carácter intraslacional. Este estado límite se puede comprobar posteriormente en el cálculo de los pilares.

### Estado Límite de Agotamiento por Esfuerzo Rasante.

Se debe comprobar en los cambios de sección de hormigón y en los cambios de tipo de material los esfuerzos rasantes. Por las características de la estructura, estos

esfuerzos rasantes se darán fundamentalmente en la unión viga pretensada y losa maciza. No serán objeto de cálculo este estado límite dentro del proyecto.

### Estado Límite de Deformación

El cálculo de la deformada se realiza a través de la comprobación del estado límite establecida por los distintos programas de cálculo. Dado que el proyecto presenta una distribución de tabiquería interior casi nula, la limitación de flecha se limita más a la aparición de fisuras derivadas de un exceso de flexión. A continuación (Figs. 159 a 161) se muestran las flechas principales, analizando en el cálculo de vigas además la flecha de las mismas.

#### Forjado Planta 0.

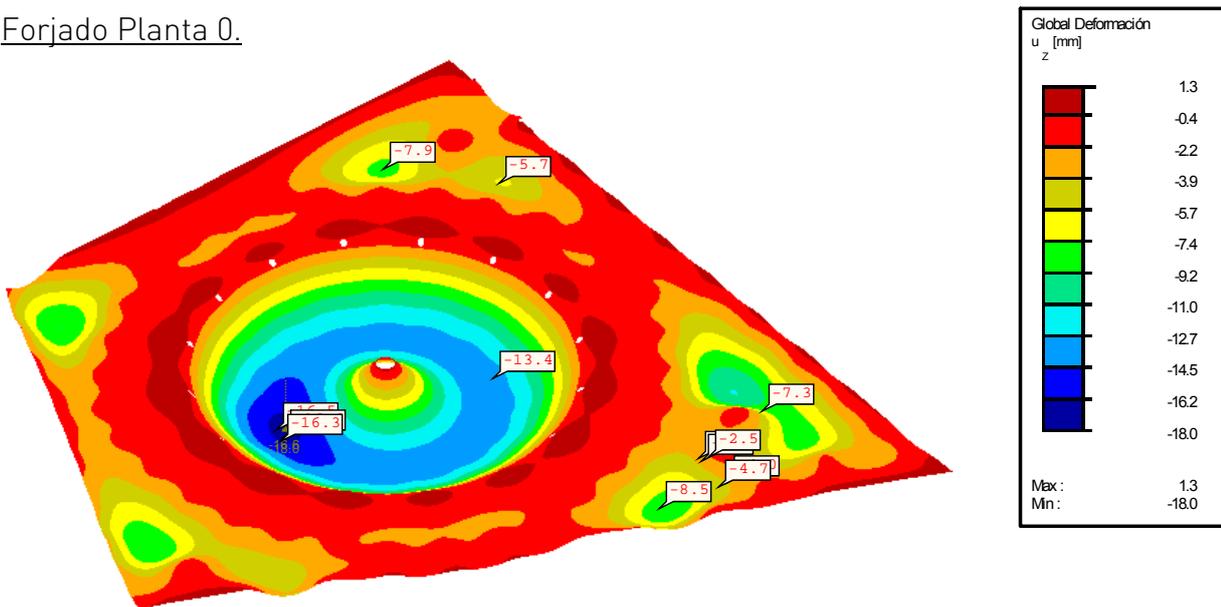


Fig.158. Deformaciones forjado Planta 0

Como se puede apreciar, las vigas pretensadas son las que más deformación presentan, con una flecha de 18 mm e inferior a la proporción  $L/1000$ .

#### Forjado planta -1 y -2.

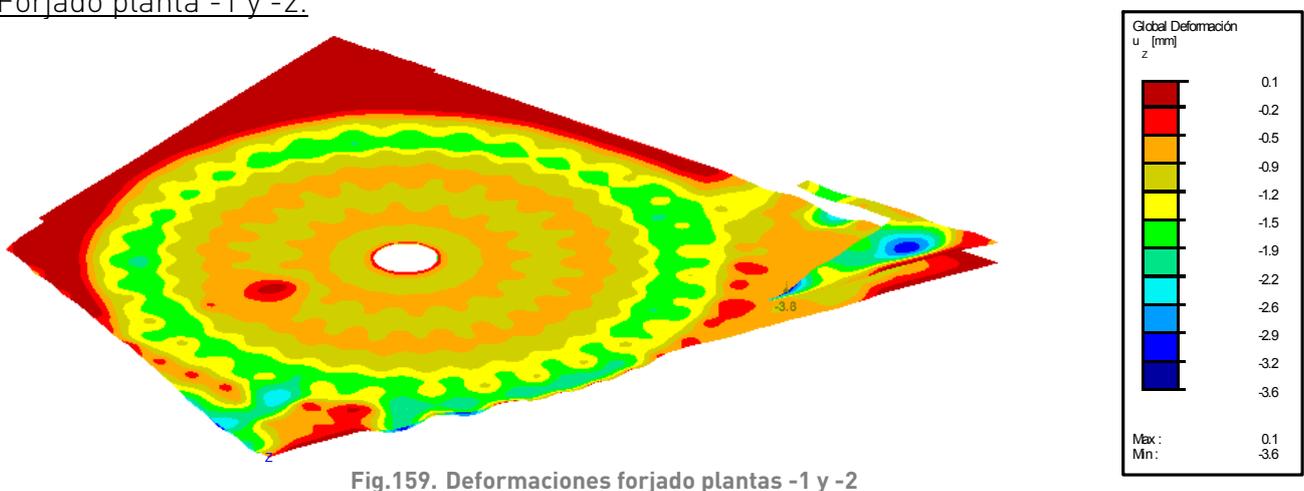


Fig.159. Deformaciones forjado plantas -1 y -2

Las flechas existentes en estos forjados también son muy escasas, inferiores a  $L/2000$ .

### Forjado planta -3.

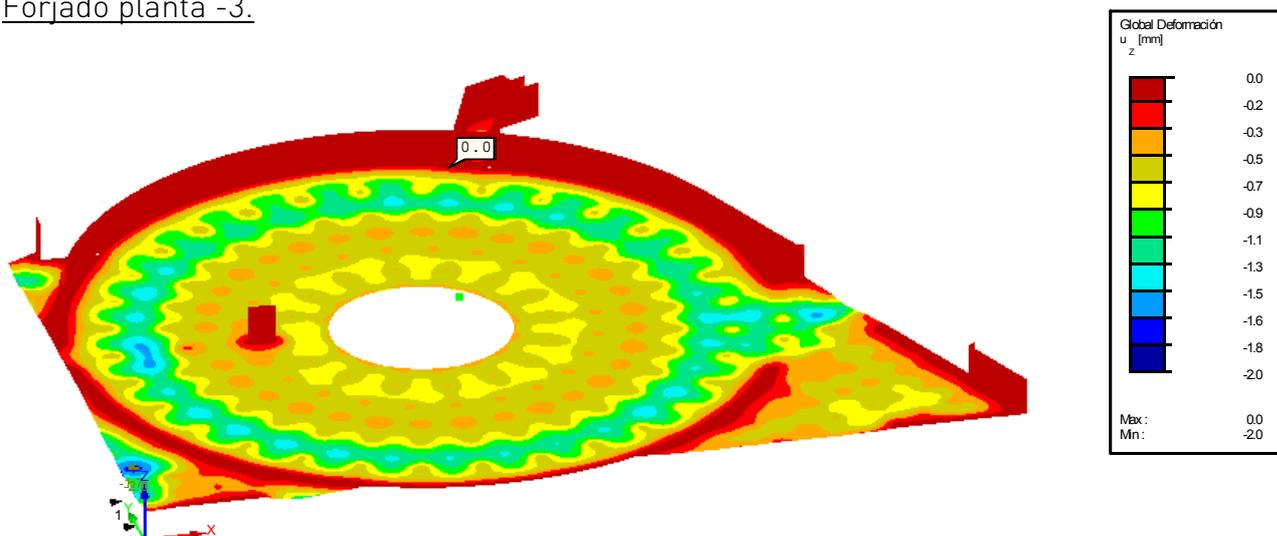


Fig.160. Deformaciones forjado planta sótano -3

La flecha mayor, de -2,9mm, tiene una proporción de  $L/1750$

### Forjado planta-4.

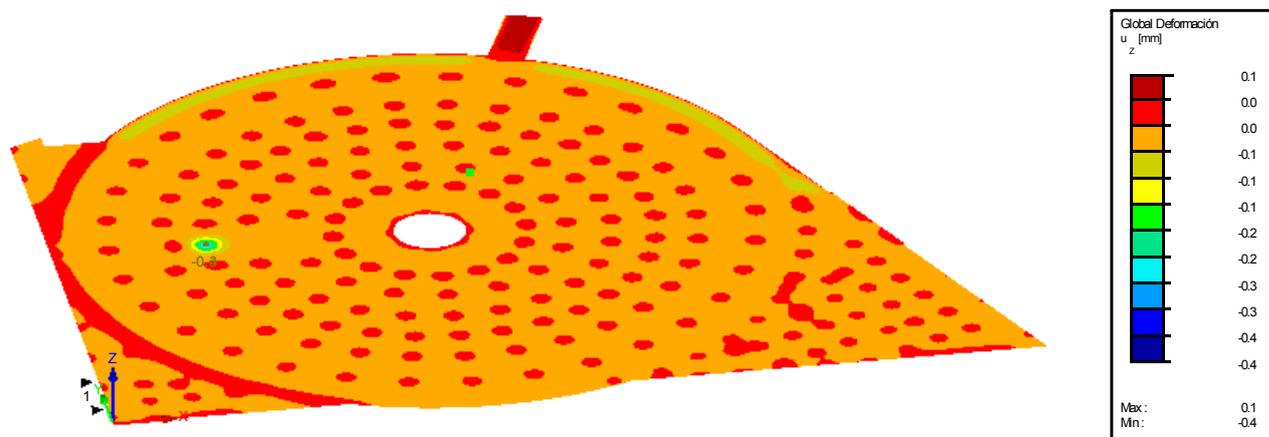


Fig.161. Deformaciones forjado planta sótano -4

Esta planta sigue la misma tónica que los forjados anteriores.

## 11.2 Módulos de RFEM

Para el resto de los estados límites se utilizarán los Modulos adicionales que posee el programa RFEM, y que son los siguientes:

- RF Concrete Surfaces. Utilizado para las comprobaciones de elementos placa (forjados y muros de contención)

- RF Concrete Members. Usado para comprobaciones de elementos viga horizontales.
- RF Concrete Columns. Usado para comprobaciones de pilares.
- RF Punch. Comprobación del punzonamiento de los pilares en los forjados. (no será objeto de comprobación por su escasa relevancia)

Todos estos módulos se basan en el Eurocódigo 2, permitiendo tener en cuenta el Anejo Nacional de 2013. Dada la similitud con la EHE se darán por válidos los resultados obtenidos en el cálculo.

### 11.3 RF Concrete Surfaces

Este módulo se sirve para el cálculo de los siguientes estados límites para elementos tipo placa:

#### Estado límite último.

- Agotamiento frente a sollicitaciones normales.
- Agotamiento a cortante.
- Agotamiento a torsor

#### Estado límite de servicio

- Limitación de fisuración
- Limitación de tensiones

La metodología de cálculo se basa en la compatibilidad de las ecuaciones de Theodor Baumann en 1972 para el cálculo y dimensionamiento de armaduras de dos o tres capas. Adaptando las instrucciones de la normativa para el cálculo de las cuantías de las armaduras máximas y mínimas para los diferentes tipos de componentes. Además de este dimensionamiento el programa revisa si el espesor de las losas de hormigón es suficiente para cumplir los requerimientos impuestos por las cargas de flexión y cortante.

#### 11.3.1 Datos Generales

La pestaña datos generales se divide a su vez en tres apartados. El primero y el segundo sirven para la determinación de las combinaciones de cargas que van a servir para la determinación de los ELU y ELS. Según las combinaciones establecidas en el apartado 4, la denominada como ELU cumple los requisitos para el cálculo de los estados límites últimos y para los de servicio se comprobaran la combinación característica, frecuente y cuasi permanente.

Para la comprobación del estado límite de servicio el programa permite elegir el método por el que se realiza (Fig.162), en este caso será asumiendo una relación

idéntica de deformación de la armadura longitudinal (más generalista que el otro método).

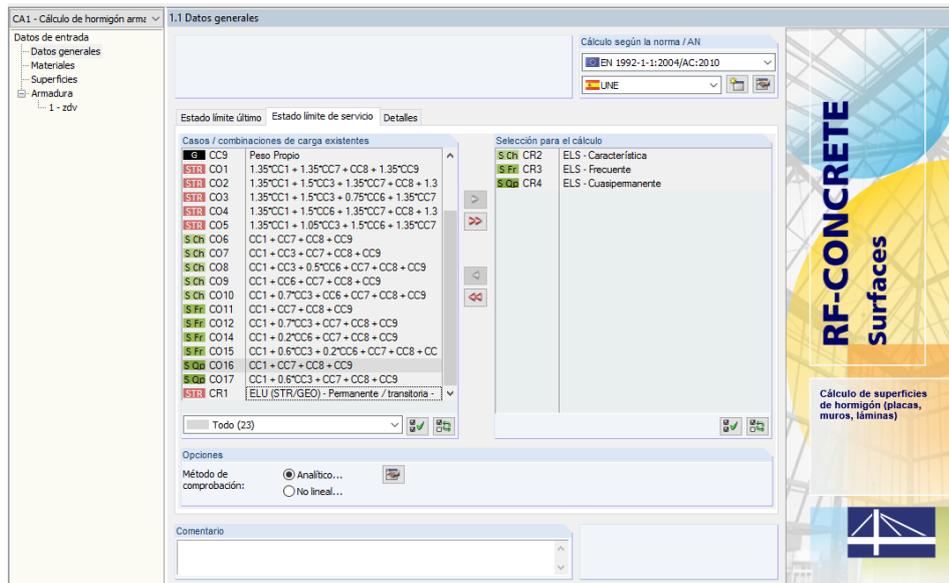


Fig.162. Datos generales

Se seleccionará además que se calculen las fisuras, el límite de tensión del acero y del hormigón. La deformada se obtendrá en la tabla de resultados final (Fig.163).

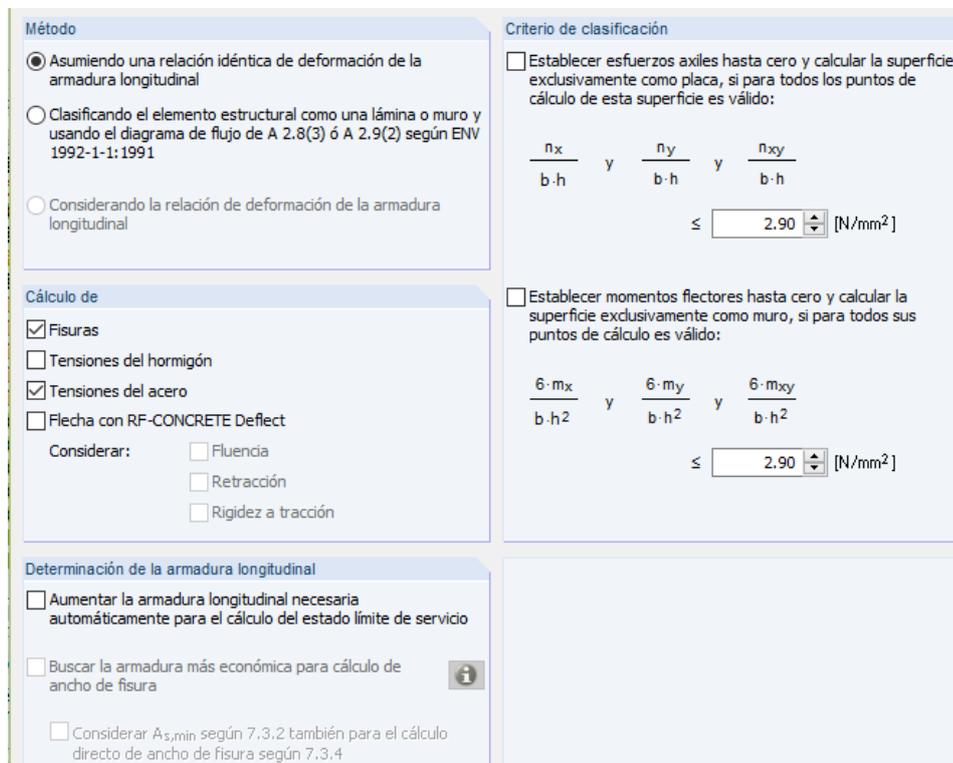


Fig.163. Metodología de cálculo de superficies

Por último el programa permite confirmar las bases de cálculo que establece la normativa por si se quiere realizar algún tipo de adaptación. Se han comprobado que todos los coeficientes son los propios de la EHE (Fig.164).

Hormigón armado (EN 1992-1-1)			
2. Bases del cálculo			
2.4.2.4 Coeficientes parciales para materiales			
Coeficiente parcial del hormigón para el estado límite último (persistente, transitoria)	$\gamma_c$	1.500	
Coeficiente parcial del acero en el estado límite último (persistente, transitoria)	$\gamma_s$	1.150	
Coeficiente parcial del hormigón en el estado límite último (accidental)	$\gamma_c$	1.300	
Coeficiente parcial del acero en el estado límite último (accidental)	$\gamma_s$	1.000	
Coeficiente parcial del hormigón para el estado límite de servicio	$\gamma_c$	1.000	
Coeficiente parcial del acero en el estado límite de servicio	$\gamma_s$	1.000	
3. Materiales			
3.1 Hormigón			
Máximo valor de la clase resistente del hormigón	$C_{max}$	C90/105	
Coeficiente que considera los efectos de larga duración en la resistencia a compresión	$\alpha_{cc}$	1.000	
Coeficiente que considera las acciones de larga duración sobre la resistencia a tracción	$\alpha_{ct}$	1.000	
3.2 Acero de amar			
Valor máximo del límite elástico	$f_{yk}$	500.00	N/mm <sup>2</sup>
Coeficiente para el cálculo del valor de cálculo para el alargamiento límite del acero	$k_{ud1}$	0.900	
4. Durabilidad y recubrimiento de hormigón			
4.4.1 Recubrimiento mínimo de hormigón			
Clase estructural	C.E.	S4	
Modificación de la clase estructural			
Recubrimiento mínimo de hormigón			
Elemento de seguridad adicional para el incremento del recubrimiento mínimo de hormigón			
Coeficiente de reducción bajo el uso de acero inoxidable			
Coeficiente de reducción para el hormigón con protección adicional			
Aumento de la capa de recubrimiento bajo carga de abrasión			
Valor de aumento	$k_1$	0.005	m
Valor de aumento	$k_2$	0.010	m
Valor de aumento	$k_3$	0.015	m
Tolerancia en el cálculo para la desviación	$\Delta c_{desv}$	0.010	m
Valor de aumento para el homigonado de superficies irregulares			

Fig.164. Bases de cálculo y materiales RFEM Surfaces

### 11.3.2 Materiales

Los materiales son los ya definidos con anterioridad en anteriores Capítulos. Este módulo señala en este apartado el tipo de hormigón y hacer que son la base de cálculo de las vigas y muestra sus características principales, ratificando que están acorde a la normativa española (Fig.165).

CA1 - Cálculo de hormigón arme		1.2 Materiales	
A	B	C	
Material num.	Descripción del material	Comentario	
1	Hormigón C30/37 B 500 S (A)		
3	Hormigón C35/45 B 500 S (A)		
4	Hormigón C40/50 B 500 S (A)		

Propiedades del material	
Clase resistente del hormigón: Hormigón C30/37	
Resistencia característica a compresión en probeta cilíndrica	$f_{ck}$ 30.00 N/mm <sup>2</sup>
Cuartil del 5 % de la resistencia a tracción	$f_{ctk,0.05}$ 2.00 N/mm <sup>2</sup>
Características para los cálculos no lineales	
Módulo de elasticidad secante medio	$E_{cm}$ 33000.00 N/mm <sup>2</sup>
Valor medio de la resistencia a compresión en probeta cilíndrica	$f_{om}$ 38.00 N/mm <sup>2</sup>
Valor medio de la resistencia a tracción	$f_{otm}$ 2.90 N/mm <sup>2</sup>
Deformación última a compresión pura	$\epsilon_{c1}$ -2.200 ‰
Deformación última de rotura	$\epsilon_{c1u}$ -3.500 ‰
Módulo de cortante	$G$ 13750.00 N/mm <sup>2</sup>
Coefficiente de Poisson	$\nu$ 0.200
Deformación característica para el diagrama parabólico-rectangular	
Deformación última a compresión pura	$\epsilon_{c2}$ -2.000 ‰
Deformación última de rotura	$\epsilon_{c2u}$ -3.500 ‰
Exponente de parábola	$n$ 2.000
Peso específico	$\gamma$ 25.00 kN/m <sup>3</sup>
Acero de amar: B 500 S (A)	
Módulo de elasticidad	$E_s$ 200000.00 N/mm <sup>2</sup>
Valor medio del límite elástico	$f_{ym}$ 550.00 N/mm <sup>2</sup>
Límite elástico característico	$f_{yk}$ 500.00 N/mm <sup>2</sup>
Valor medio de la resistencia a tracción	$f_{tm}$ 551.25 N/mm <sup>2</sup>
Resistencia característica a tracción	$f_{tk}$ 525.00 N/mm <sup>2</sup>
Deformación límite	$\epsilon_{uk}$ 25.000 ‰

Curva tensión-deformación del hormigón para el cálculo de la sección

Curva tensión-deformación de la armadura para el cálculo de la sección

Fig.165. Características de los materiales

### 11.3.3 Superficies

The screenshot shows the '1.3 Superficies' configuration window. At the top, there is a table with columns A through K. The table contains 9 rows of data, all with a 'Tipo' of 'Constante' and a 'Material' of '4'. The values for  $\sigma_{s,max}$ ,  $f_{ct,eff,A,s,min}$ ,  $w_{k,z}$  (superior), and  $w_{k,z}$  (inferior) are consistently 500.00, 3.50, 0.300, and 0.300 respectively. The 'Efectos debidos a coa' column has a checked box for 'Aplicar' and a value of 'var. 6)'. The 'Notas' column also contains 'var. 6)'. Below the table, there are two main configuration panels: 'Limitación de la tensión de compresión del hormigón' and 'Limitación de la tensión del acero'. The first panel has radio buttons for different limit types, with '0.45 \* f<sub>cd</sub> según EN 1992-1-1, 7.2(2)' selected. The second panel has radio buttons for different limit types, with '1.00 \* f<sub>yk</sub> según EN 1992-1-1, 7.2(5)' selected. At the bottom, there are checkboxes for 'Definir la entrada para la superficie núm.' and a list of surface numbers.

Superf. núm.	Material núm.	Espesor Tipo	d [cm]	$\sigma_{s,max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{ct,eff,A,s,min}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$w_{k,z}$ (superior) [mm]	$w_{k,z}$ (inferior) [mm]	Efectos debidos a coa	Aplicar	$k_c$ [.]	Notas	Comentario
1	4	Constante	50.00	500.00	3.50	0.300	0.300	<input checked="" type="checkbox"/>		var. 6)		
2	4	Constante	50.00	500.00	3.50	0.300	0.300	<input checked="" type="checkbox"/>		var. 6)		
3	4	Constante	50.00	500.00	3.50	0.300	0.300	<input checked="" type="checkbox"/>		var. 6)		
4	4	Constante	50.00	500.00	3.50	0.300	0.300	<input checked="" type="checkbox"/>		var. 6)		
5	4	Constante	50.00	500.00	3.50	0.300	0.300	<input checked="" type="checkbox"/>		var. 6)		
6	4	Constante	50.00	500.00	3.50	0.300	0.300	<input checked="" type="checkbox"/>		var. 6)		
7	4	Constante	50.00	500.00	3.50	0.300	0.300	<input checked="" type="checkbox"/>		var. 6)		
8	4	Constante	50.00	500.00	3.50	0.300	0.300	<input checked="" type="checkbox"/>		var. 6)		
9	4	Constante	50.00	500.00	3.50	0.300	0.300	<input checked="" type="checkbox"/>		var. 6)		

Fig.166. Características de superficies

En este apartado (Figs. 166 y 167) se enumera el número de superficies así como sus parámetros principales, entre ellos el espesor, la tensión máxima admisible por el acero y las exigencias y criterios necesarios para determinar la fisuración, tales como el área efectiva, el límite a flexotracción y el ancho de fisura permitido (ya comentado repetidamente en diferentes apartados de este trabajo).

The screenshot shows the '1.3 Superficies' configuration window, specifically the 'Limitación de anchos de fisura' section. It features a table identical to the one in Fig. 166. Below the table, there are two main configuration panels: 'Cálculo de control de ancho de fisura' and 'Armadura mínima para efectos debidos a coacción'. The first panel has radio buttons for 'Valores límites según 7.3.1(5)' (selected) and 'Definido por el usuario'. Under 'Definido por el usuario', there are input fields for  $w_{k,z}$  (superior) and  $w_{k,z}$  (inferior), both set to 0.300 [mm]. There are also checkboxes for 'Dimensionamiento sin cálculo directo de ancho de fisura según 7.3.3', 'Cálculo de diámetro límite  $l_{m,s}$ ', 'Cálculo de separación máxima de barras  $l_{m,s}$ ', and 'Dimensionamiento con cálculo directo de ancho de fisura según 7.3.4'. The second panel has a checked box for 'A<sub>s,min</sub> para efectos debidos a coacción' and an unchecked box for 'Formación de fisura dentro de los primeros 28 días'. There is also a 'Coeficiente de reducción'  $k_{zt}$  input field.

Fig.167. Limitación de ancho de fisuras en superficies

### 11.3.4 Armaduras

La determinación de armaduras se realiza en base al Eurocódigo 2 y al Anejo Nacional. (Fig.168) Para ello se comienza estableciendo un criterio de cuantías de armaduras, que se ven a continuación. Esta propuesta se basa en el criterio ingenieril ya que el programa facilitará posteriormente un armado acorde a lo demandado

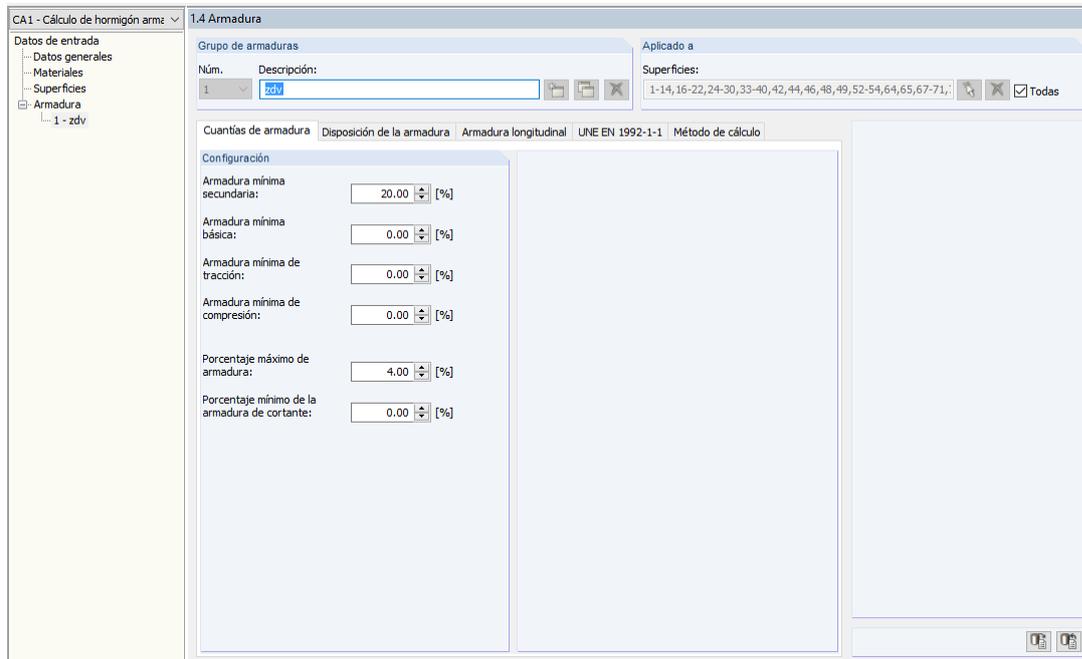


Fig.168. Cuantías de armadura en superficies

En el siguiente apartado (Fig.169) se establecen los requerimientos de disposición de armadura, que se tomarán los establecidos por normativa, refiriéndose los recubrimientos al borde de la armadura como establece la EHE.

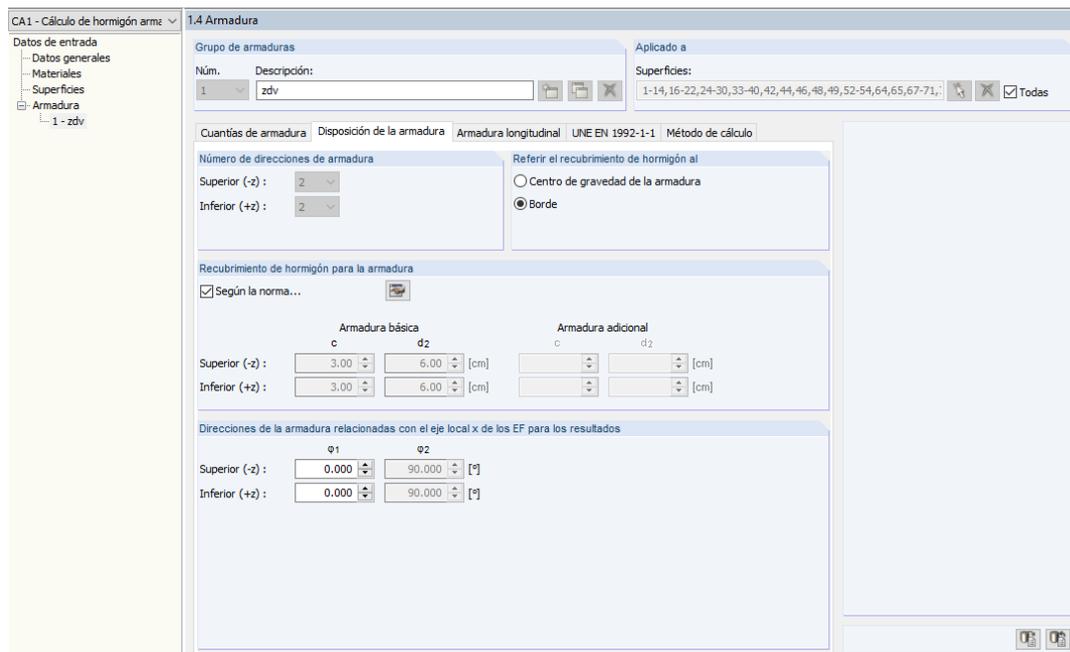


Fig.169. Disposición de armaduras en superficies

Para la armadura longitudinal se fija como diámetro de cálculo base el redondo del 20, que será probablemente el armado más demandado en el proyecto. Se fijan además una serie de características, como la disposición de la armadura pésima que se obtenga del cálculo de los ELU y ELS. (Fig.170)

The screenshot shows the '1.4 Armadura' (Reinforcement) configuration window. The 'Armadura longitudinal' tab is active. Under 'Armadura básica existente' (Existing basic reinforcement), the option 'Usar la armadura necesaria para el cálculo del estado límite de servicio' is checked. The reinforcement area and diameter are set to 20.00 cm²/m and 20.00 mm for both top and bottom. Under 'Armadura adicional para el cálculo del estado de servicio' (Additional reinforcement for service state calculation), the 'Armadura adicional necesaria' (Additional reinforcement needed) option is selected. The same area and diameter values are used. The 'Armadura longitudinal para comprobación de resistencia a cortante' (Longitudinal reinforcement for shear resistance check) section has the option 'Aplicar el valor mayor resultante de entre la armadura necesaria y la armadura existente' selected.

Fig.170. Caracterización armadura longitudinal en superficies

Posteriormente se verifican los coeficientes de seguridad que establece el Eurocódigo (Fig.171), contrastando que sean los requeridos por la EHE y se fija como armadura longitudinal y de cortante la que establezca la norma de base de cálculo.

The screenshot shows the '1.4 Armadura' configuration window with the 'Armadura longitudinal' tab active. The 'Armadura mínima' (Minimum reinforcement) section has three options checked: 'Armadura longitudinal mínima para placas según 9.3.1', 'Armadura longitudinal mínima para muros según 9.6', and 'Armadura mínima de punzamiento según 9.3.2'. The 'Armadura de cortante' (Shear reinforcement) section has 'Inclinación variable de bielas de hormigón según 6.2.3' checked, with minimum and maximum values of 26.600 and 63.400 degrees. The 'Coeficientes' (Coefficients) section is expanded, showing values for  $\gamma_c$  (1.50, 1.30, 1.00) and  $\gamma_s$  (1.15, 1.00, 1.00) for persistent/transient, accidental, and service states. The reduction coefficient  $\alpha_{cc}$  is 1.00 for all states, and  $\alpha_{ct}$  is 1.00 for the service state. The 'Varios' (Various) section has 'Limitación de profundidad de fibra neutra según 5.6.3(2)' checked.

Fig.171. Definición de coeficientes para superficies según UNE EN 1992-1-1. RF Concrete Surfaces

### 11.3.5 Resultados

El programa establece los resultados en función de la combinación de cargas que se elija. Permite calcular el armado con el ELU pero a su vez permite comprobar el armado con el ELS. Los resultados que ofrece son por cuantía geométrica, determinando el máximo para cada superficie según se puede ver en la Fig.172.

2.2 Armadura necesaria por superficie

Superf. núm.	Punto núm.	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Coordenadas del punto [m]			Simbolo	Armadura necesaria	Armadura básica	Armadura adicional Necesaria	Armadura adicional Existente	Unidad	Nota
		X	Y	Z							
1	M408	19.743	77.008	5.567	As.1.-z (superior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
	M12606	11.575	69.745	4.522	As.2.-z (superior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
	M882	11.071	69.160	4.000	As.1.-z (inferior)	33.31	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
2	M10111	31.006	82.572	8.700	As.2.-z (inferior)	26.76	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
	M882	11.071	69.160	4.000	Asw	52.94	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	
	M859	110.363	0.000	4.000	As.1.-z (superior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
3	M135575	102.237	18.684	4.000	As.2.-z (superior)	14.23	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
	M820	110.363	0.000	0.000	As.1.-z (inferior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
	M171-E	104.950	12.445	0.000	As.2.-z (inferior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
4	M170	102.043	19.130	0.000	Asw	0.00	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	
	M135779	85.371	57.466	0.809	As.1.-z (superior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
	M403-E	86.090	55.813	4.000	As.2.-z (superior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
5	M162-E	86.090	55.813	0.000	As.1.-z (inferior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
	M824	92.173	41.827	0.000	As.2.-z (inferior)	13.74	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
	M824	92.173	41.827	0.000	Asw	10.79	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	
6	M455	88.507	44.533	4.000	As.1.-z (superior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
	M867	88.659	41.737	4.000	As.2.-z (superior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
	M826	87.638	50.223	0.000	As.1.-z (inferior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
7	M136089	88.646	42.211	0.500	As.2.-z (inferior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
	M455	88.507	44.533	4.000	Asw	0.00	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	
	M843	28.074	0.000	0.000	As.1.-z (superior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	

Fig.172. Resultados de armaduras por superficies. Cuantías

Si se requiere un nivel más detallado se puede analizar las superficies en función de distintos puntos significativos que el programa escoge por su representatividad(Fig.173):

2.3 Armadura necesaria por punto

Superf. núm.	Punto núm.	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Coordenadas del punto [m]			Simbolo	Armadura necesaria	Armadura básica	Armadura adicional Necesaria	Armadura adicional Existente	Unidad	Nota
		X	Y	Z							
1	M408	19.743	77.008	5.567	As.1.-z (superior)	12.27	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
					As.2.-z (superior)	8.96	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
					As.1.-z (inferior)	8.00	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
					As.2.-z (inferior)	3.68	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
					Asw	0.00	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	
					n1.-z (superior)	0.000	-	-	-	kN/m	
					n2.-z (superior)	406.521	-	-	-	kN/m	
					n1.-z (inferior)	-402.773	-	-	-	kN/m	
					n2.-z (inferior)	-576.641	-	-	-	kN/m	
					VEd	104.980	-	-	-	kN/m	
					VRd,c	329.116	-	-	-	kN/m	
					VRd,max	2350.191	-	-	-	kN/m	
					VRd,s	0.000	-	-	-	kN/m	
					Ø	26.600	-	-	-	"	
					1	M649	58.517	82.514	7.133	As.1.-z (superior)	12.27
As.2.-z (superior)	8.00	-	-	-						cm <sup>2</sup> /m	
As.1.-z (inferior)	8.19	-	-	-						cm <sup>2</sup> /m	
As.2.-z (inferior)	12.27	-	-	-						cm <sup>2</sup> /m	
Asw	0.00	-	-	-						cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	
n1.-z (superior)	0.000	-	-	-						kN/m	
n2.-z (superior)	82.308	-	-	-						kN/m	
n1.-z (inferior)	-306.893	-	-	-						kN/m	
n2.-z (inferior)	-45.987	-	-	-						kN/m	
VEd	268.990	-	-	-						kN/m	
VRd,c	280.691	-	-	-						kN/m	
VRd,max	2374.461	-	-	-						kN/m	
VRd,s	0.000	-	-	-						kN/m	
Ø	26.600	-	-	-						"	
1	M654	56.527	83.122	7.133						As.1.-z (superior)	12.27
					As.2.-z (superior)	8.19	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
					As.1.-z (inferior)	8.00	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
					As.2.-z (inferior)	3.68	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m	
					Asw	0.00	-	-	-	cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	
					n1.-z (superior)	208.663	-	-	-	kN/m	

Fig.173. Resultados de armaduras por puntos de superficies. Cuantías

Para el estado límite se servicio se despliega además una pantalla (Fig.174) donde se puede comprobar por cada superficie la limitación de tensiones para hormigón y acero, así como el cumplimiento de la fisuración de las distintas superficies.

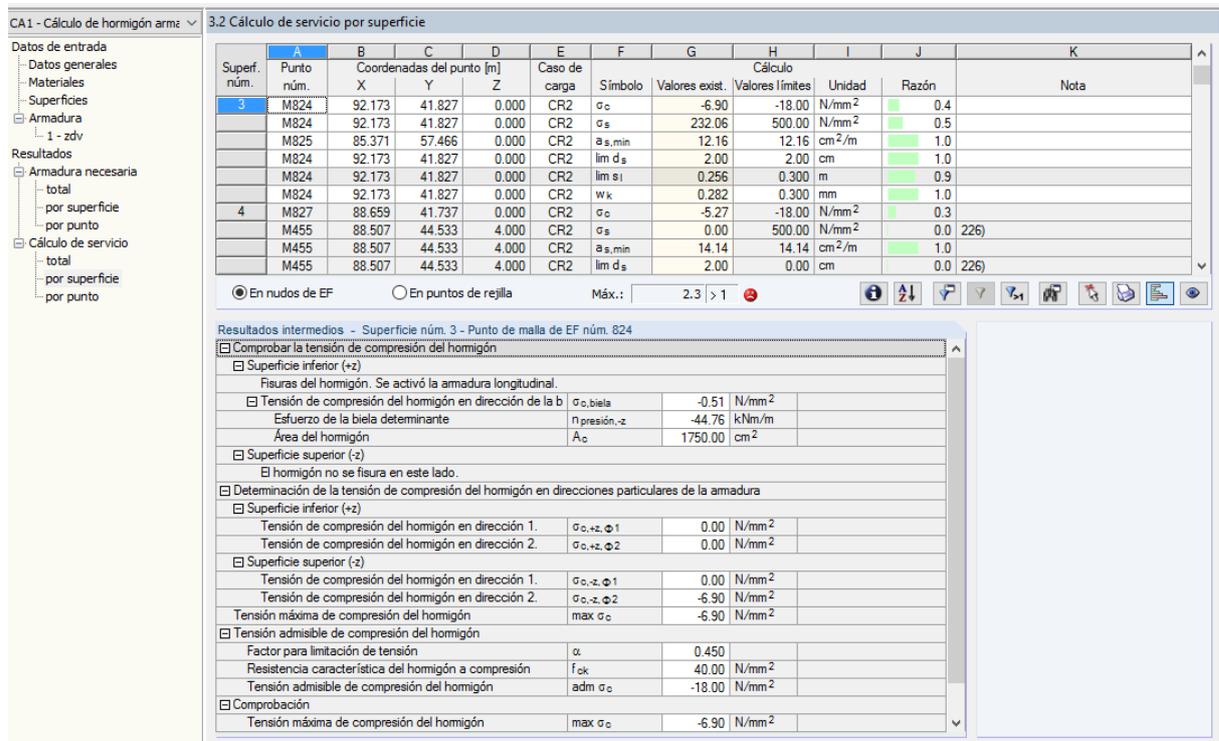


Fig.174. Comprobaciones para el ELS. Tensiones

### 11.3.6 Conclusión

Este programa es bastante útil para verificar el cumplimiento de las distintas superficies, pero plantea un problema para determinar las zonas de armado, ya que es importante conocer las prolongaciones y refuerzos en las zonas concretas de la estructura, careciendo el programa de esta información. Sería necesario imprimir los planos a escala y comprobar los ámbitos de cada armadura, calculando a su vez el anclaje de estos elementos.

En el plano A42 se representa el cuadro de pilares de la estructura.

## 11.4 RF Concrete Members

Este módulo se encarga de importar todos los parámetros relevantes de RFEM referente a los elementos viga y calcula los siguientes estados límites:

- Agotamiento frente a solicitaciones normales.
- Agotamiento a cortante.
- Agotamiento a torsor
- Fisuración

## Deformación

Se puede incluso tener en cuenta la influencia de la retracción y fluencia cuando se analiza el sistema deformado.

La metodología de cálculo que se establece es el Eurocódigo 2, el cual describe en detalle las bases de cálculo para el estado límite último. Las correspondientes reglas referentes a la flexión, incluyendo o no los axiles, así como la secciones sometidas a compresión o tracción pura.

El límite matemático por el cual se alcanza el fallo ocurre cuando se alcanza la tensión máxima. En función de donde esto ocurra, el fallo puede darse bien en el hormigón o en la armadura. Para ello se aplicarán los dominios de deformación argumentados en la EHE.

El cortante se analizará estudiando su estado límite último. Para ello, las acciones y resistencias se consideran con sus valores de diseño según se establece en el Eurocódigo 2.

En función del mecanismo de fallo, el valor de diseño para el cortante estará determinado por uno de estos tres valores:

Resistencia a cortante del elemento estructural sin refuerzo a cortante.

Resistencia el elemento estructural con armadura a cortante, coartada por su límite elástico.

La resistencia a cortante que está limitada por la tensión del hormigón a compresión oblicua.

### 11.4.1 Datos Generales

El Módulo adicional RF CONCRETE Members tiene una interfaz común para muchos de sus programas. Se comienza definiendo los datos principales que definen el proyecto (Fig.175), eligiendo la combinación con la que se calculará el estado límite último y el estado límite de servicio.

El estado límite de servicio permite a su vez activar el cálculo no lineal y la retracción y fluencia. Como se ha explicado anteriormente, dado que la estructura es intraslacional, se considera un cálculo lineal de la misma, de forma que no se activará. Por el contrario sí se activará la retracción y fluencia, ya que por las características de la estructura es fundamental tenerlo en cuenta. Se toman como punto de partida los factores de retracción y fluencia que marca la normativa.

Posteriormente para cada combinación de carga se define el factor  $k_t$ , en función del tiempo de aplicación de cargas. Consideramos que todas las sobrecargas son de larga duración, para lo cual establecemos un factor de 0,40 según el Eurocódigo.

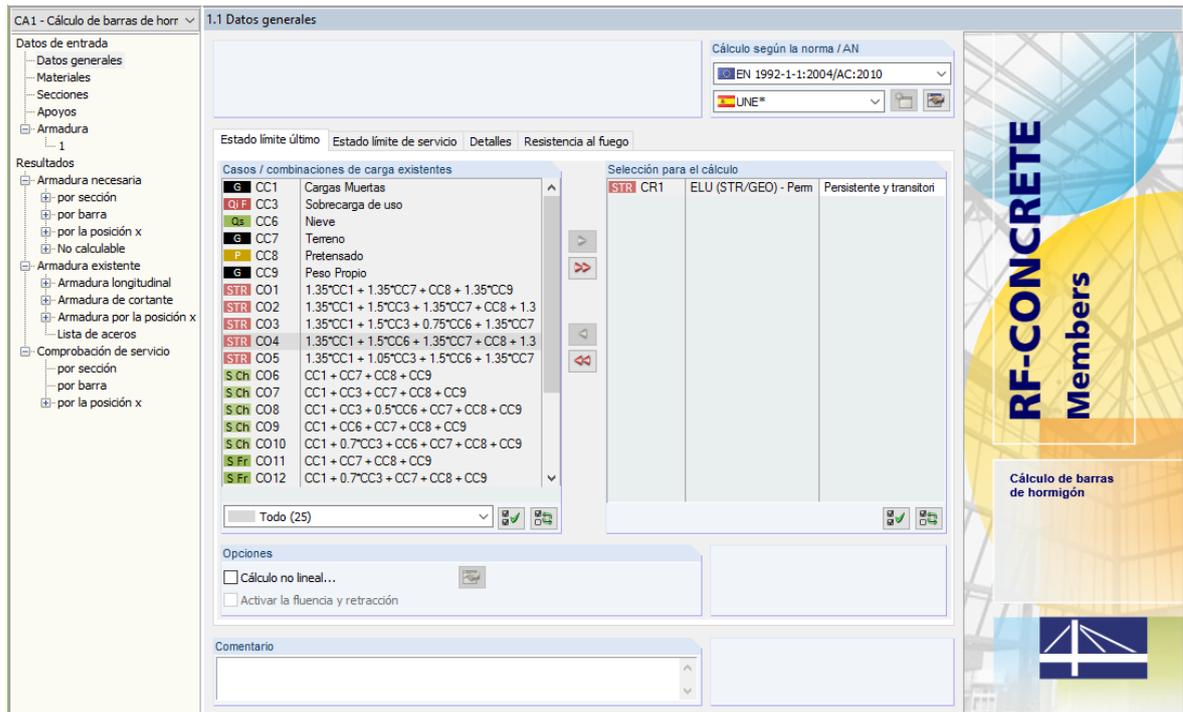


Fig.175. Datos generales RF Concrete Members

### 11.4.2 Materiales

Los materiales son los ya definidos con anterioridad en anteriores capítulos. Este módulo señala en este apartado el tipo de hormigón y hacer que son la base de cálculo de las vigas y muestra sus características principales, ratificando que están acorde a la normativa española (Fig.176).

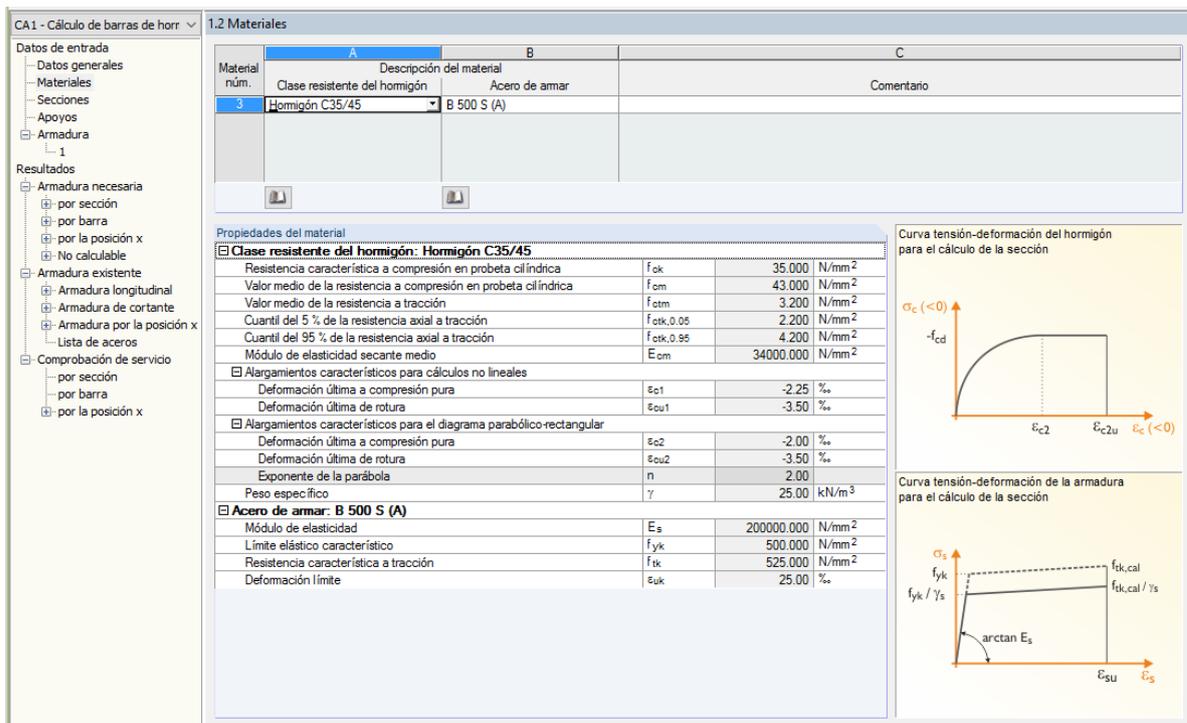


Fig.176. Propiedades del material RF Concrete Members

## 11.5 Secciones

En este punto se analizan las secciones objeto de estudio (Fig.177). El programa no calculará las secciones correspondientes a los pilares ni a las vigas pretensadas, que se confirmará su armado a través del RF-TENDON.

Sección num.	Material num.	Descripción de la sección	Optimizar	Notas
1	3	Círculo 500	<input type="checkbox"/>	33)
2	3	Rectángulo 500/1200	<input type="checkbox"/>	33)
3	3	Círculo 900	<input type="checkbox"/>	33)
4	3	Círculo 1000	<input type="checkbox"/>	33)
5	3	Círculo 1300	<input type="checkbox"/>	33)
7	3	Rectángulo 400/400	<input type="checkbox"/>	33)
9	3	Círculo 700	<input type="checkbox"/>	33)
10	3	Rectángulo 500/600	<input type="checkbox"/>	
13	3	Rectángulo 400/600	<input type="checkbox"/>	
17	3	Círculo 3000	<input type="checkbox"/>	33)
19	3	Rectángulo 600/1000	<input type="checkbox"/>	
20	3	Rectángulo 900/1800	<input type="checkbox"/>	31)
23	3	Rectángulo 900/600	<input type="checkbox"/>	
24	3	Rectángulo 1000/700	<input type="checkbox"/>	

Fig.177. Caracterización de secciones

### 11.5.1 Apoyos

Para cada barra se determina el tipo de apoyo con el que se considera su cálculo. (Fig.178)

Apoyo num.	Nudo num.	Ancho del apoyo b [mm]	Apoyo directo	Unión monolítica	Apoyo final	Razón M $\delta$ [ ]	Comentario
1	158	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
2	159	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
3	160	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
4	161	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
5	192	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
6	193	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
7	198	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
8	200	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
9	201	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
10	209	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
11	210	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
12	211	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
13	212	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
14	213	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
15	216	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
16	225	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
17	226	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
18	227	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
19	231	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
20	234	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
21	236	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
22	238	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
23	239	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
24	240	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.00	
25	1068	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	
26	1306	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	
27	1444	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	
28	1446	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	
29	1448	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	
30	1463	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	
31	1481	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	
32	1482	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	
33	1483	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	
34	1484	0.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	

Fig.178. Caracterización de apoyos de las barras

## 11.5.2 Armadura

Este punto es uno de los principales. Aquí se caracterizará la forma de armado que se quiere realizar en las vigas (Fig.179). Para ello se comienzan identificando las barras objeto de cálculo en la parte superior derecha. Posteriormente se señalan los diámetros de cálculo, así como la separación mínima entre armaduras, acorde a la normativa vigente. Se toma para ello la separación máxima que se permite para el redondo del 20.

El programa también permite elegir el tipo de anclaje que se requiere. En este caso se propone recto, analizando posteriormente para vigas singulares otros tipos de anclaje en función de su ubicación. También permite establecer zonas de armado en función de la posición a lo largo del eje de la viga, permitiendo así que se pueda economizar acero. En este caso por sencillez se realizará un armado continuo de la viga.

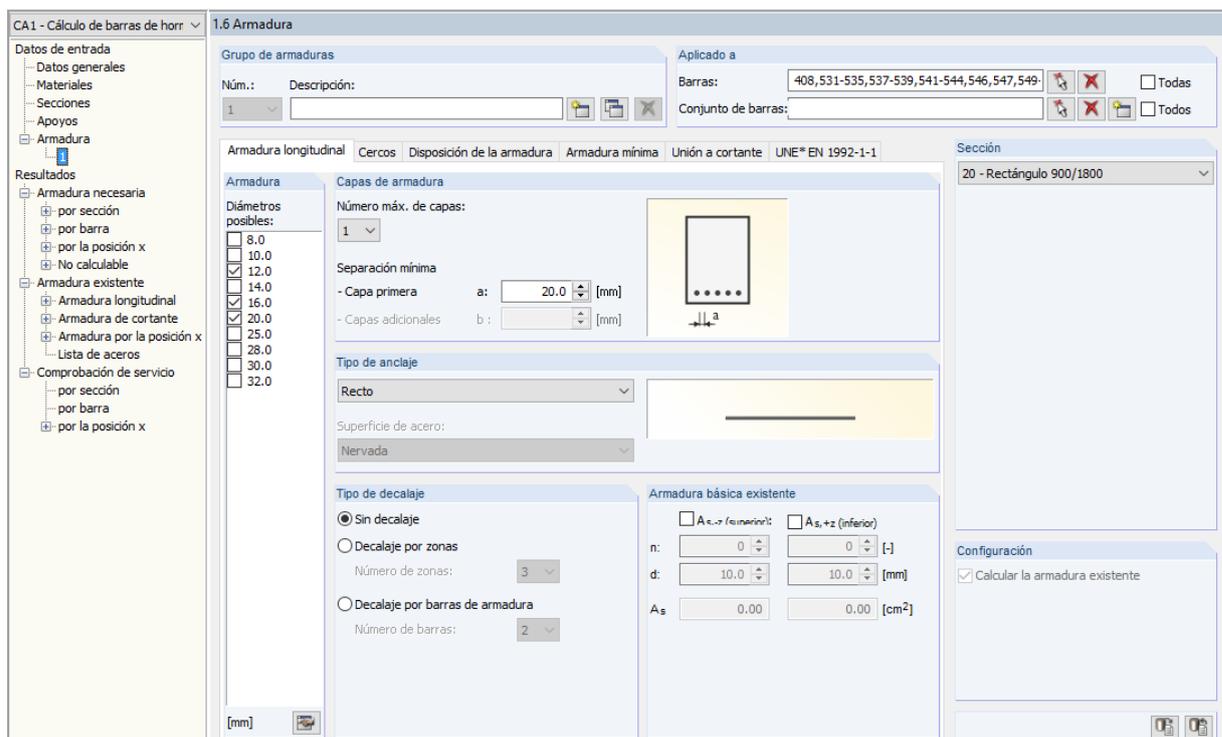


Fig.179. Definición de características de armadura longitudinal en vigas

De forma parecida, para el armado a cortante se comienza decidiendo el número de cercos a disponer, el diámetro posible de los mismos y su inclinación respecto al plano definido por la sección transversal. (Fig.180)

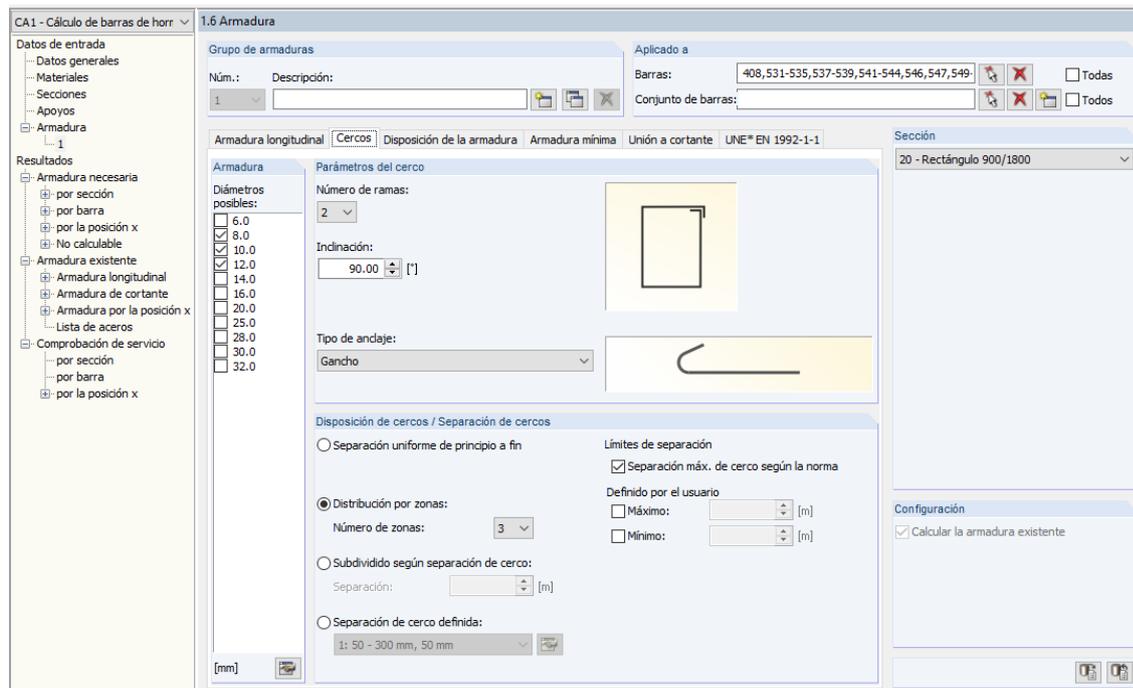


Fig.180. Caracterización de armaduras transversales en vigas

Se elige que el anclaje del cerco sea tipo gancho según exige la normativa, y en este caso se selecciona la distribución de los cercos en tres zonas según cálculo, determinando así.

El programa no realiza un cálculo de los cercos en función de la geometría de las barras. En este sentido, se comenzará eligiendo un cerco de dos ramas para ver el cumplimiento a cortante. Es obvio que para determinadas secciones con un tamaño considerable la normativa establece que la densidad de cercos en función de la armadura y el confinamiento necesario para el hormigón ha de ser mayor. Se verificará por tanto el cumplimiento del cortante y en caso de no cumplir se analizarán estas vigas en concreto para verificar que el armado a cortante sí se cumple con más ramas. En caso de cumplir con las previstas, de forma manual se seleccionarán las secciones y se colocarán los cercos mínimos exigidos. De esta forma se está del lado de la seguridad.

La pestaña de disposición de armadura fija los recubrimientos mínimos de la armadura para el cálculo del brazo mecánico

La siguiente pestaña, armadura mínima, sirve para definir varios puntos:

- Cuantías geométricas mínimas y máximas de armado. En función de la normativa a elegir. En este caso se supondrá el 2‰, que es el que establece el Eurocódigo 2.
- Ancho de fisura mínimo. Se elige el ancho de fisura según el tipo de ambiente, para el cual se toma el valor 0,3mm.

- Condiciones para el armado frente a esfuerzos cortantes. Se propone que la armadura longitudinal sirva para el cálculo de cortante, se fija además el armado mínimo establecido por normativa y se opta por dimensionar también la armadura para el estado límite de servicio. (Fig.181 y 182)

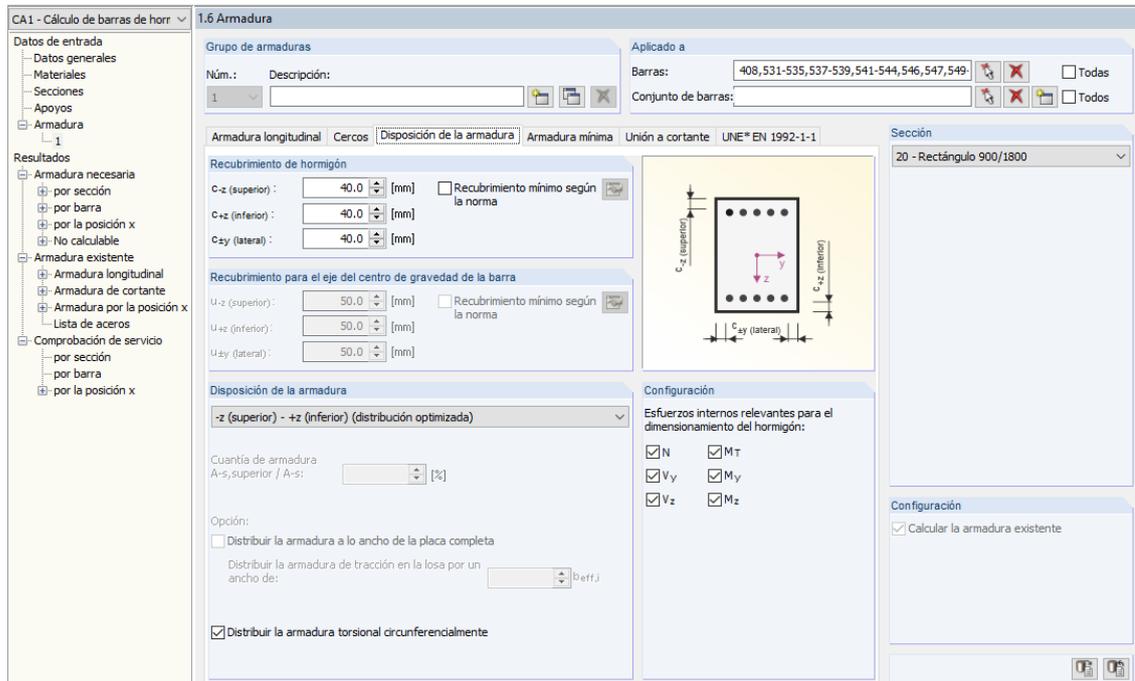


Fig.181. Definición de la disposición de armaduras

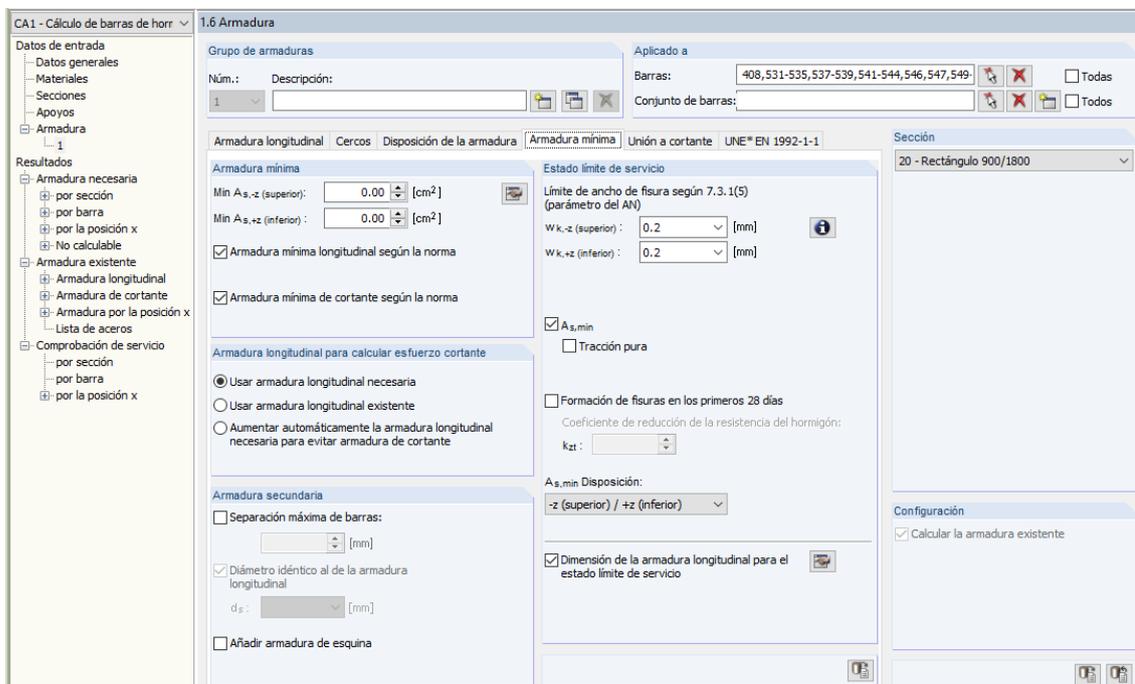


Fig.182. Definición de armaduras mínimas y limitación de fisuras

Por último se verifican los coeficientes de seguridad para el cálculo establecido por el Eurocódigo y que coinciden con los coeficientes propuestos por la EHE

### 11.5.3 Resultados

El programa ofrece los resultados clasificándolos según:

- Por sección. Se eligen las secciones más desfavorable y se propone el armado pésimo para cada sección.
- Por barras. En este apartado se detalla el armado pormenorizado de cada barra.
- Por posición x. Se dispone el armado en función de la posición a lo largo de la barra.

En el siguiente apartado, armadura existente, el programa desglosa cada viga y hace una propuesta de 3 armados en función de los diámetros elegidos. Como se observa en la siguiente imagen la viga tiene las 3 propuestas de armado, recomendando los redondos del 16 como el armado más óptimo. (Figs. 183 a 185)

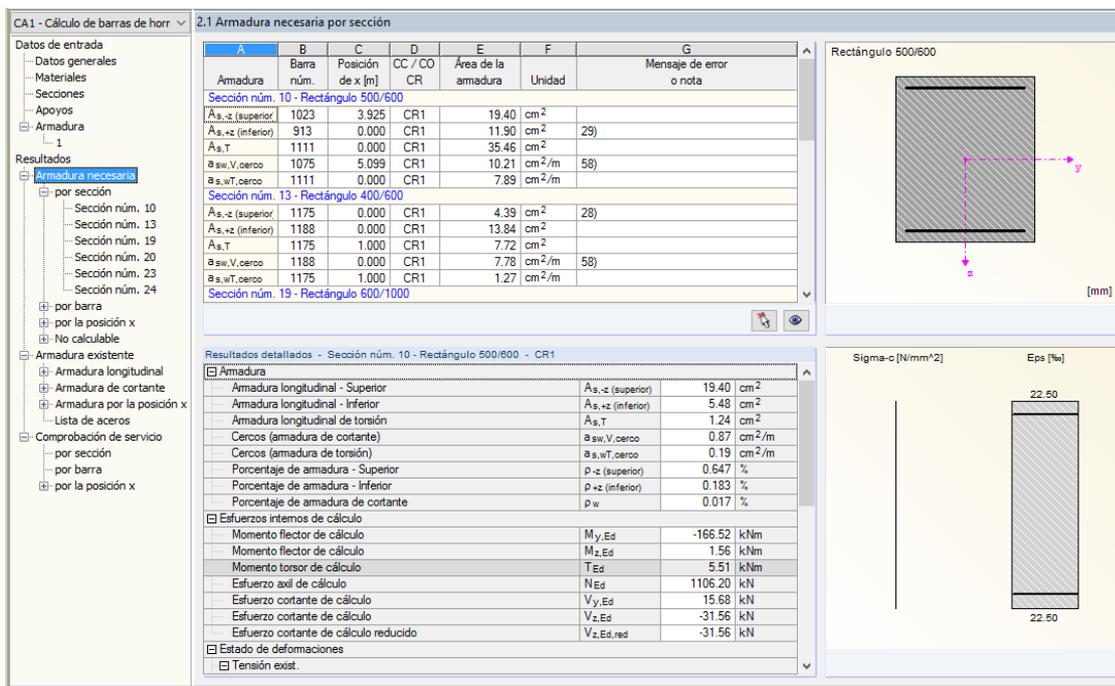


Fig.183. Resultados. Armadura necesaria por sección

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m] de	a	Anclaje	Peso [kg]	Notas
<b>1.1 Armadura longitudinal existente</b>										
2	+z (inferior)	19	20.0	59.69	5.747	-0.200	5.547	<input checked="" type="checkbox"/>	269.28	
3	±y (lateral)	58	12.0	65.60	5.400	-0.120	5.280	<input checked="" type="checkbox"/>	278.05	158)
<b>Barra núm. 532 - Rectángulo 900/1800</b>										
1	-z (superior)	17	20.0	53.41	5.587	-0.233	5.354	<input checked="" type="checkbox"/>	234.24	
2	+z (inferior)	17	20.0	53.41	5.849	-0.495	5.354	<input checked="" type="checkbox"/>	245.22	
3	±y (lateral)	8	12.0	9.05	5.414	-0.140	5.274	<input checked="" type="checkbox"/>	38.45	158)
<b>Barra núm. 533 - Rectángulo 900/1800</b>										
1	-z (superior)	19	16.0	38.20	5.487	-0.160	5.327	<input checked="" type="checkbox"/>	164.56	
2	+z (inferior)	21	20.0	65.97	5.732	-0.200	5.532	<input checked="" type="checkbox"/>	296.83	
3	±y (lateral)	58	12.0	65.60	5.404	-0.120	5.284	<input checked="" type="checkbox"/>	278.28	158)
<b>Barra núm. 534 - Rectángulo 900/1800</b>										
1	-z (superior)	19	16.0	38.20	5.483	-0.160	5.323	<input checked="" type="checkbox"/>	164.43	
2	+z (inferior)	22	20.0	69.12	5.727	-0.200	5.527	<input checked="" type="checkbox"/>	310.70	101)
3	±y (lateral)	64	12.0	72.38	5.401	-0.120	5.281	<input checked="" type="checkbox"/>	306.88	158)

Fig.184. Disposición de armado longitudinal por barras

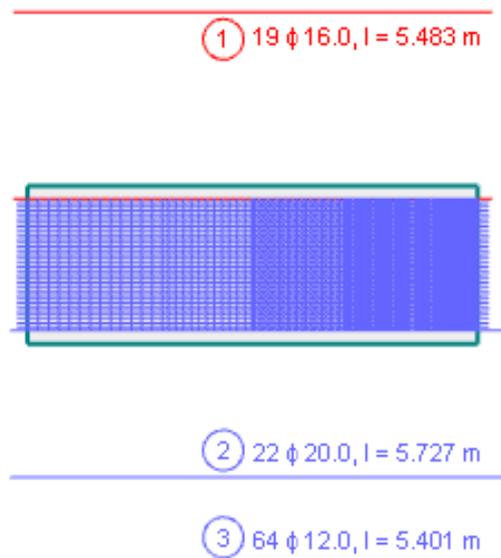


Fig.185. Detalle de armado longitudinal de vigas

De una manera similar el programa da el armado a cortante, con un esquema de la viga donde se fija el cerco y su separación. (Fig.186)

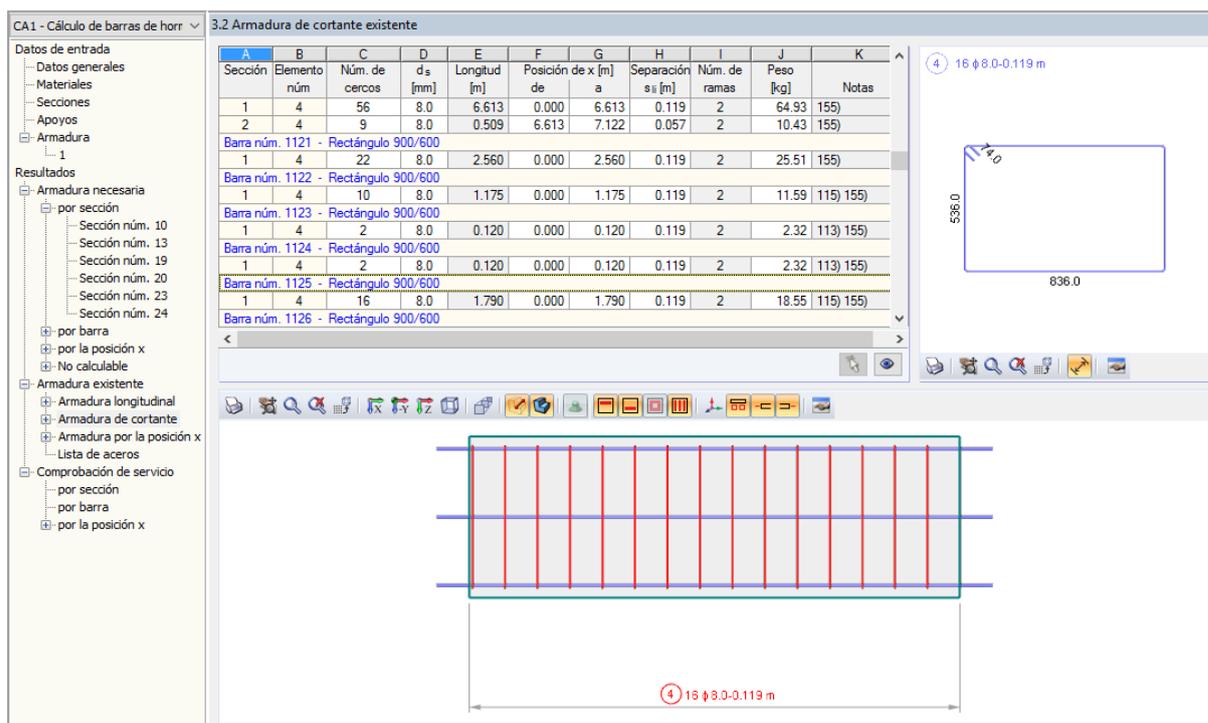


Fig.186. Armado a cortante por barras en vigas

La disposición de cercos no cumple con las recomendaciones de la EHE, ya que según la disposición y arriostramiento de barras longitudinales se ha de aumentar el número de cercos o flejes.

El programa da la opción de optimizar el armado. Para ello ofrece en fragmentos de 0,50 m el armado a flexión y cortante. (Fig.187)

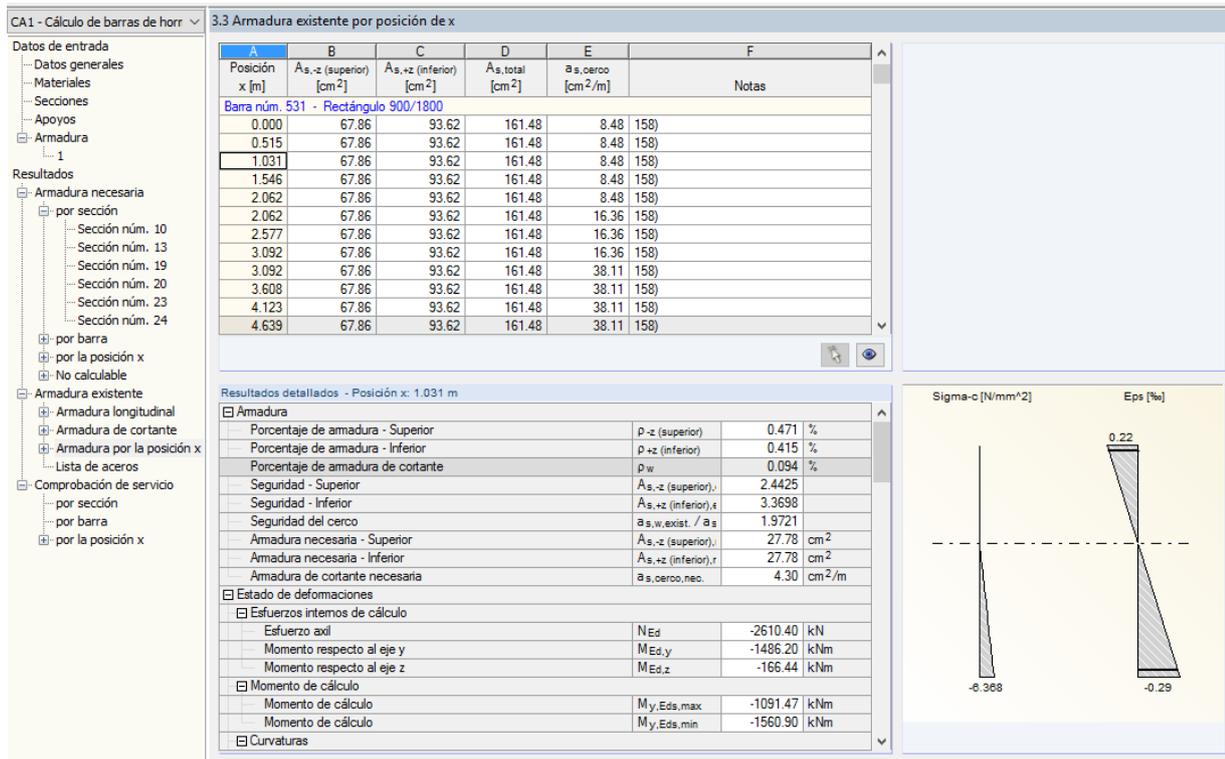


Fig.187. Armadura por posición en X dentro de la viga

Por último se puede disponer de un listado de aceros, donde se define de forma detallada el armado de cada barra y los kilos de acero por cada elemento. (Fig.188)

CA1 - Cálculo de barras de horm

3.4 Lista de aceros

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
Elemento núm.	Tipo de armadura	d <sub>s</sub> [mm]	Superficie	Núm. de barras	Longitud [m]	Inicio	Tipo de anclaje	Fin	Diámetro de curvatura [m]	Peso [kg]
Material núm. 3 - Acero de amar										
1	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.265		Recto			179.4
2	Longitudinal	12.0	Nervada	58	5.400		Recto			278.0
3	Longitudinal	12.0	Nervada	8	5.414		Recto			38.5
4	Longitudinal	12.0	Nervada	58	5.404		Recto			278.3
5	Longitudinal	12.0	Nervada	64	5.401		Recto			306.9
6	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.261		Recto			179.4
7	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.226		Recto			179.2
8	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.226		Recto			179.2
9	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.244		Recto			179.3
10	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.254		Recto			179.4
11	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.269		Recto			179.5
12	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.266		Recto			179.5
13	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.248		Recto			179.3
14	Longitudinal	12.0	Nervada	29	25.274		Recto			650.7
15	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.233		Recto			179.2
16	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.259		Recto			179.4
17	Longitudinal	12.0	Nervada	58	5.410		Recto			278.6
18	Longitudinal	12.0	Nervada	64	5.402		Recto			307.0
19	Longitudinal	12.0	Nervada	64	5.397		Recto			306.6
20	Longitudinal	12.0	Nervada	62	5.403		Recto			297.4
21	Longitudinal	12.0	Nervada	60	5.401		Recto			287.7
22	Longitudinal	12.0	Nervada	58	5.399		Recto			278.0
23	Longitudinal	12.0	Nervada	62	5.397		Recto			297.1
24	Longitudinal	12.0	Nervada	62	5.397		Recto			297.1
25	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.266		Recto			179.4
26	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.267		Recto			179.5
27	Longitudinal	12.0	Nervada	8	25.253		Recto			179.4
28	Longitudinal	12.0	Nervada	12	8.974		Recto			95.6
29	Longitudinal	12.0	Nervada	30	8.945		Recto			238.2
30	Longitudinal	12.0	Nervada	30	5.712		Recto			152.1
31	Longitudinal	12.0	Nervada	86	5.394		Recto			411.8
32	Longitudinal	12.0	Nervada	56	5.410		Recto			269.0
33	Longitudinal	12.0	Nervada	8	5.405		Recto			38.4

Fig.188. Listado de aceros en vigas

### **11.5.4 Conclusiones**

Durante el proceso de cálculo de las vigas no se han obtenido resultados especialmente significativos, salvo la corrección de una de las vigas del forjado de Planta 0 ya que la sección no cumpliera el estado límite de cortante y torsión. Al extraer de este cálculo las vigas pretensadas se ha aliviado mucho la carga teórica de este apartado, limitándose al armado común de unas vigas de edificación. Los Anejos 6 y 7 muestran el listado de armados detallado de las distintas vigas.

## **11.6 RF Concrete Columns**

Este módulo permite, una vez definidas las características constructivas de los pilares de proyecto, obtener la armadura longitudinal y de cortante apropiada.

Para ello el programa determina qué carga será determinante para el diseño a flexión y cortante. En el diseño de la resistencia a flexión, el programa determina si es necesario aplicar el cálculo estándar de la sección (teoría lineal) o bien se han de aplicar los momentos debidos a un análisis no lineal, en función del grado de translacionalidad de la estructural.

El diseño se basa en el estudio de la flexión biaxial, extrayendo el diagrama tensión-deformación de la sección objeto de estudio. A partir de este punto se analizan 5 puntos principales del pilar para verificar si la sección cumple a flexión. Estas localizaciones son, concretamente, los puntos donde se emplace el menor axil con los respectivos mínimos y máximos momentos en los dos ejes principales de la sección. Para el diseño a cortante, se consideran los puntos del pilar donde se emplacen los mayores esfuerzos cortantes

El programa dispone finalmente una propuesta de armado a flexión y cortante teniendo en cuenta la normativa estructural.

### **11.6.1 Datos Generales**

El módulo RF Concrete Columns inicia su proceso con una ventana de datos generales que permite la selección de la normativa y las combinaciones de cargas que se van a estudiar (Fig.189). Para el caso que nos atañe se seleccionarán la combinación para los estados límite último y de servicio. Por último el programa permite la selección de las barras objeto de cálculo. Se aplica un filtro de selección, estableciendo que sólo calcule los elementos verticales.

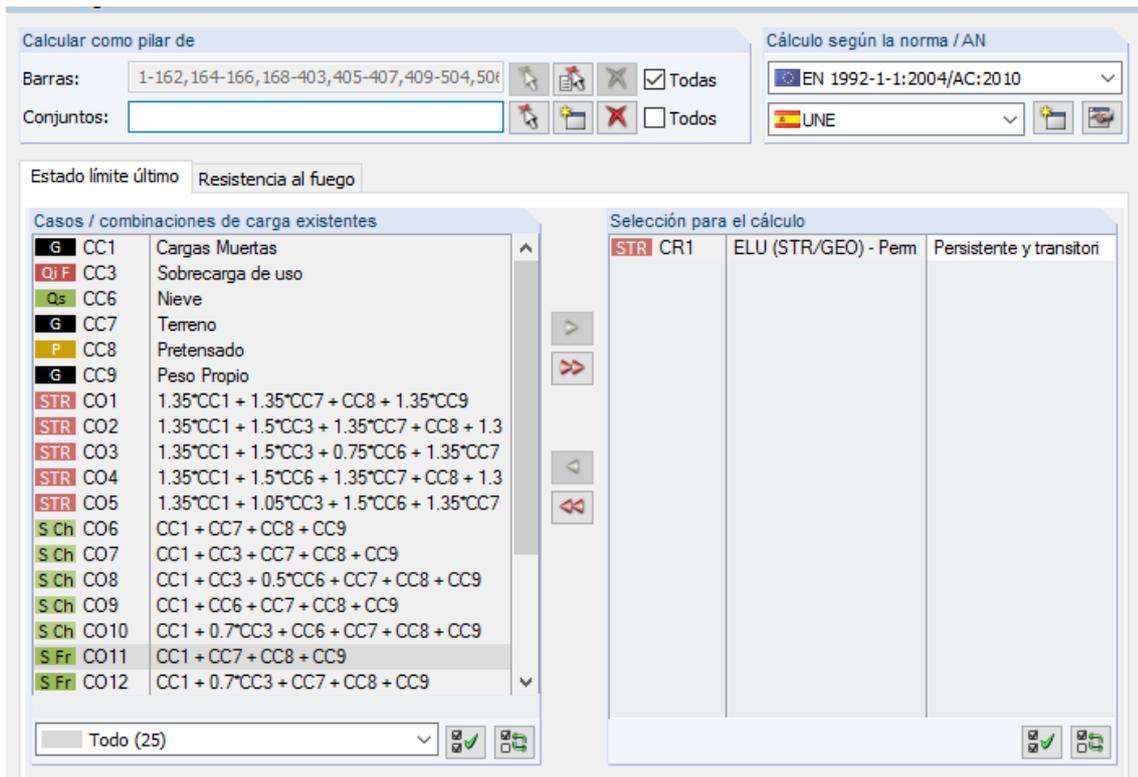


Fig.189. Datos generales RF-Columns

### 11.6.2 Materiales

En este apartado se caracteriza el material de cálculo de los pilares, que se corresponden con el hormigón HA-35 y el acero B500S. A continuación se pueden ver los diagramas de tensión deformación del acero y del hormigón, así como las características principales de ambos materiales. (Fig.190)

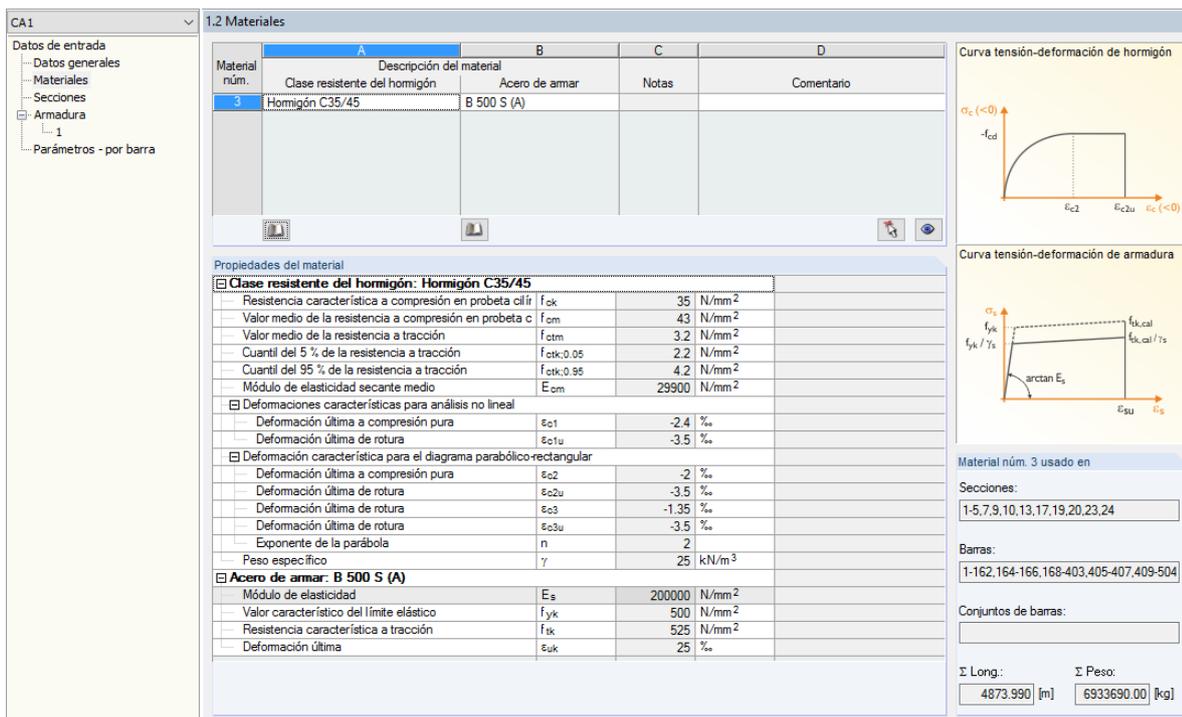


Fig.190. Definición de materiales RF-Columns

### 11.6.3 Secciones

El apartado secciones resume el tipo de secciones elegidas para el cálculo y las asocia con el material definido en el punto anterior (Fig.191).

Sección núm.	Material núm.	Descripción de la sección [mm]	Notas	Comentario
1	3	Círculo 500		
2	3	Rectángulo 500/1200		
3	3	Círculo 900		
4	3	Círculo 1000		
5	3	Círculo 1300		
7	3	Rectángulo 400/400		
9	3	Círculo 700		
17	3	Círculo 3000		

**Diagrama de la Sección 1:** Sección circular con un diámetro de 500 mm. El eje horizontal se indica como 'x' y el eje vertical como 'y'.

**Sección núm. 1 utilizada en:**

Barra: 33-64,66,68,70,71,73,75,77,79,81,83,85,]

Conjuntos de barras: -

Σ Long.: 1383,200 [m]  
Σ Peso: 678977,00 [kg]

Material: 3 - Hormigón C35/45

Fig.191. Definición de las secciones para estudio de RF Columns

### 11.6.4 Armadura

Esta tabla permite caracterizar el tipo de armadura a utilizar. Se compone de 5 pestañas principales que determinan la tipología de armadura, y son las siguientes:

#### Armadura longitudinal.

Permite seleccionar los diámetros de barras que se quieran utilizar para el armado, así como la separación mínima de éstas (Fig.192). Para este caso se seleccionan los diámetros del 10 al 20 y se dispone una separación mínima de 20 cm.

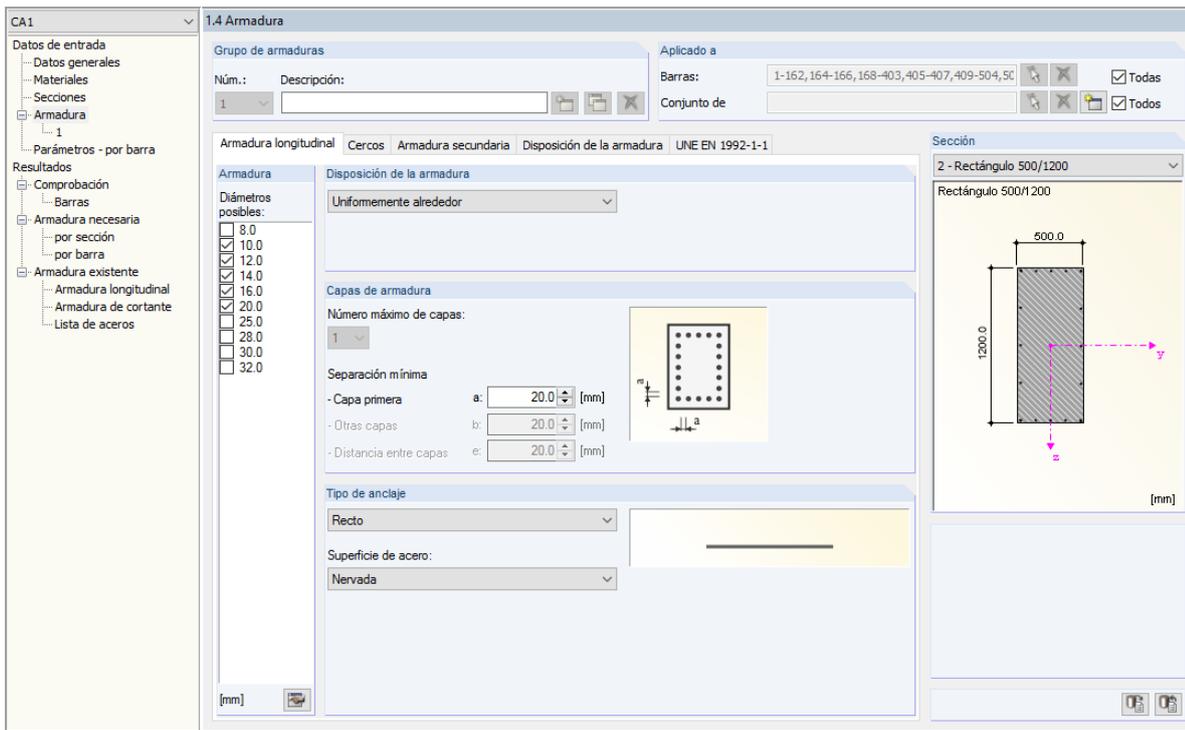


Fig.192. Definición de armadura longitudinal RF Columns

### Armadura transversal.

De forma análoga a la armadura longitudinal, para la armadura transversal (Fig.193) se permite la selección de los diámetros de cercos (se opta del 8 al 12). Además se puede seleccionar el tipo de anclaje, que en este caso, según exige la normativa, se optará por el sistema de gancho.

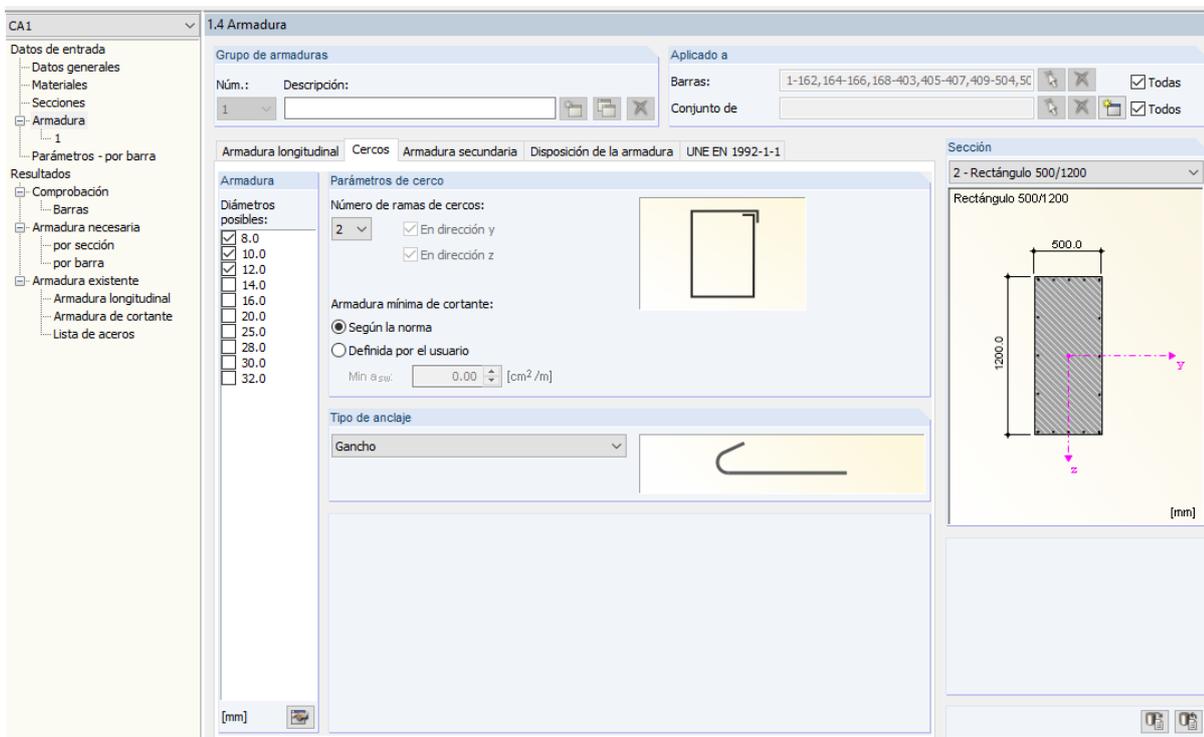


Fig.193. Definición de armadura transversal RF Columns

La siguiente pestaña (Fig.194) define los recubrimientos de la armadura. Se dispondrán los recubrimientos de la armadura previstos en el apartado 11, durabilidad.

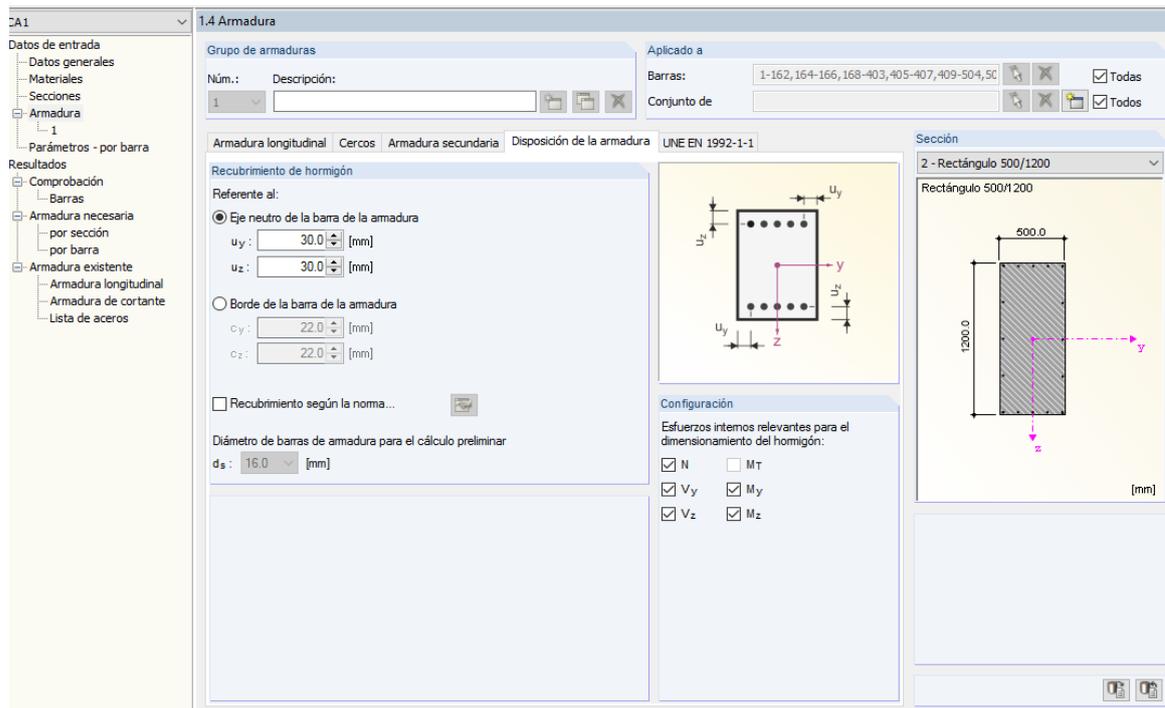


Fig.194. Disposición de armadura en RF-Columns

A continuación se verifican los parámetros principales de cálculo según el Eurocódigo 2, tal y como se aprecia en la Fig.195. En ella se definen las cuantías geométricas mínimas, los coeficientes de seguridad de cálculo y el método de cálculo a cortante

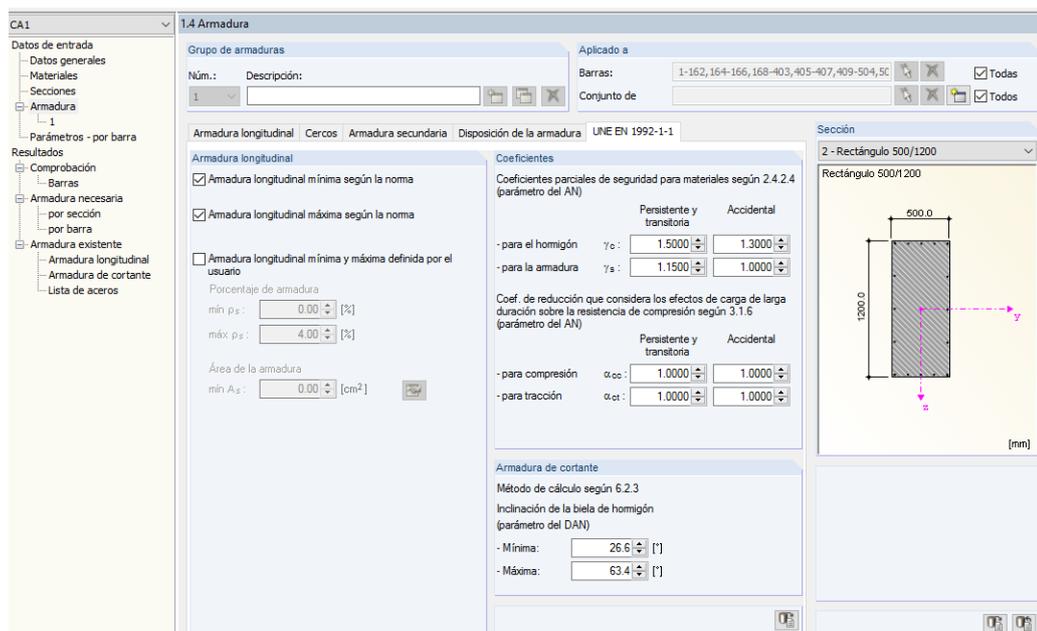


Fig.195. Definición de coeficientes para superficies según UNE EN 1992-1-1. RF Concrete Columns

Por último, y para definir las características de los pilares, se define las características que marcan el pilar a pandeo, como es el arriostramiento y el coeficiente  $\beta$ . Se solicita al programa de cálculo que lo identifique de forma automática según las coacciones en ambos extremos (Fig.196). Por norma general los considera biempotrados.

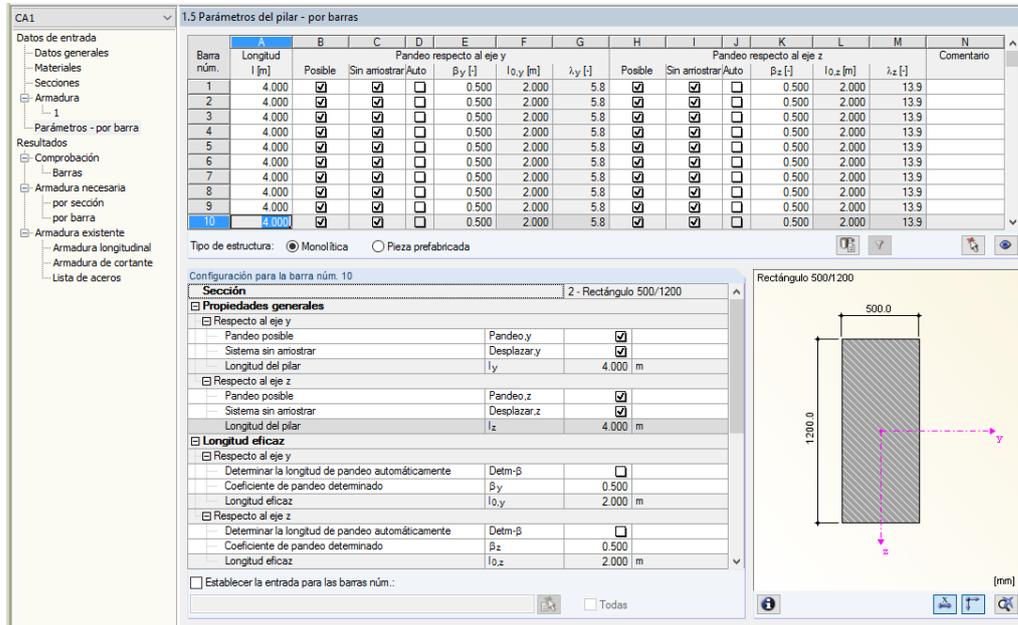


Fig.196. Definición de parámetros por barras

Una vez definidas todas las características de las barras se procede al cálculo para activar la pestaña comprobación. Los resultados obtenidos analizan la carga determinante de para cada sección y calcula la razón de las tensiones (tensión de cálculo/tensión máxima). A su vez, para cada barra define el axil máximo, los momentos y cortantes de cálculo (Fig.197).

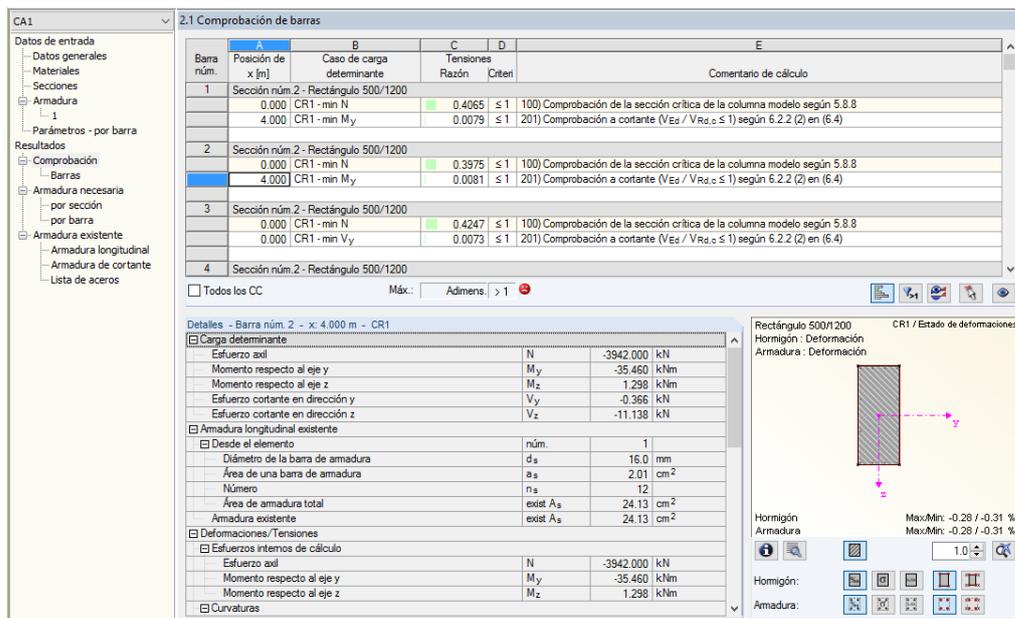


Fig.197. Comprobación de resultados por barras RF-Columns

Con estos datos se determina la armadura necesaria para cada sección tanto para la flexión como para el cortante, definiendo además la separación entre cercos necesaria (Fig.198). En la parte derecha se localiza un gráfico donde se pueden representar diferentes escenarios, tales como el diagrama de tensiones. En este caso, en la sección número 2, se puede ver que la sección no se encuentra plenamente a compresión, encontrándose una pequeña parte lateral a tracción.

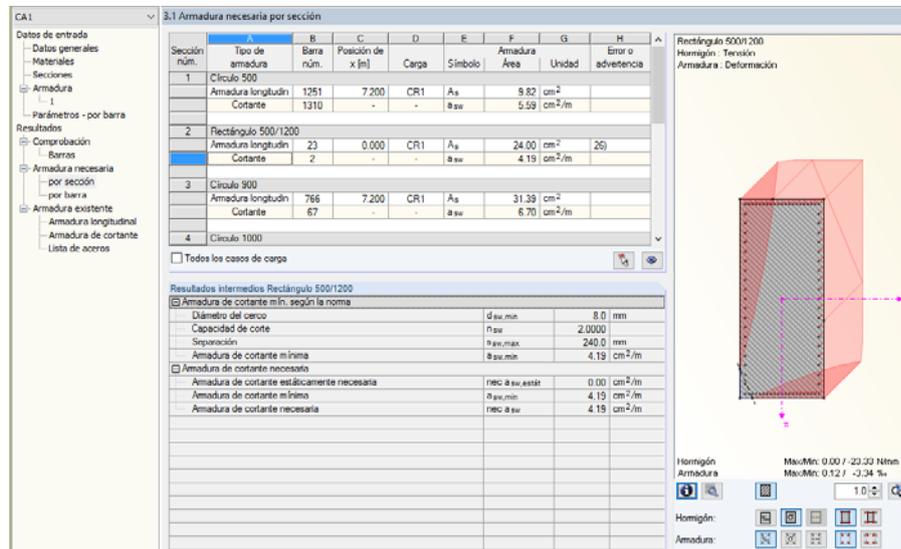


Fig.198. Armadura necesaria por sección

Se pueden agrupar las tensiones bien sea por secciones, eligiendo la barra pésima de toda la sección, o bien por barras, donde detalla la armadura de cada elemento.

El programa no sólo define la sección de acero necesaria, sino que, aplicando los condicionantes establecidos en "armadura", se hace una propuesta de armado. Como se puede ver en la siguiente imagen, como ejemplo para la barra 1, son necesarias 12 barras de diámetro 16. Además fija las longitudes de anclaje necesarias de estos elementos (Fig.199).

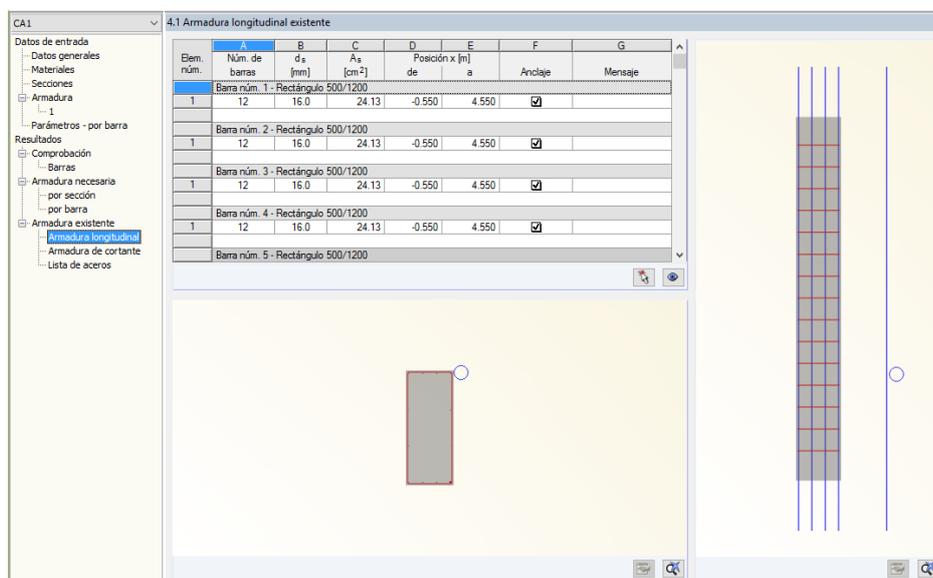


Fig.199. Armadura longitudinal existente por barras. Esquema

De manera similar se arma para cortante (Fig.200). El programa establece el número de cercos necesarios, así como su emplazamiento dentro de las vigas y el número de ramas necesarias.

CA1 4.2 Armadura de cortante existente

Elem. núm.	A	B	C	D	E	F	G
	Núm. de cercos	$d_s$ [mm]	Posición x [m] de	a	Separación $s_{sw}$ [mm]	Núm. de ramas	Mensaje
Barra núm. 1 - Rectángulo 500/1200							
1	6	8.0	0.330	1.530	240.0	2	
2	9	8.0	1.530	3.690	240.0	2	
Barra núm. 2 - Rectángulo 500/1200							
1	10	8.0	0.330	1.626	144.0	2	
2	3	8.0	1.626	2.346	240.0	2	
3	9	8.0	2.346	3.642	144.0	2	
Barra núm. 3 - Rectángulo 500/1200							
1	10	8.0	0.330	1.626	144.0	2	
2	3	8.0	1.626	2.346	240.0	2	
3	9	8.0	2.346	3.642	144.0	2	

Fig.200. Armadura a cortante existente por barras. Esquema

Por último el programa permite una visualización en 3D del pilar y la armadura necesaria. (Fig.201)

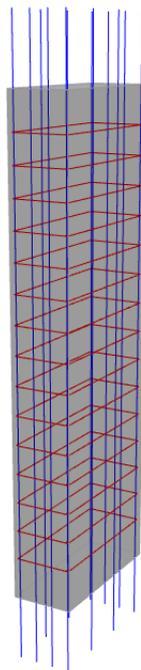


Fig.201. Imagen 3D armado de pilar

## 11.7 Conclusión

Al igual que el apartado de vigas, este apartado no ha presentado especial problema para afinar el cálculo. Las secciones de los pilares estaban bien predimensionadas, armándose incluso muchos de ellos a cuantía geométrica mínima.

En el Plano A42 se resume un esquema del cuadro de pilares del proyecto, obteniéndose los resultados de los datos de armado contenidos en los Anejos 8 y 9, relativos a la Armados a longitudinal y cortante espectivamente

La pila central es uno de los puntos que sí podrían llamar la atención dado que sobre ella se apoyan las 16 vigas pretensadas. Al ser un apoyo continuo de forma perimetral no se entendería como una compresión esviada, ya que la transmisión de esfuerzos es aproximadamente equitativa. Sí sería objeto de estudio tratar esta zona como una región D debido a la concentración de cargas a la que se somete el elemento.

## 12 Cálculo Hormigón Pretensado

Para comprobar que la estructura pretensada cumple las disposiciones establecidas por la EHE, se procederá a verificar lo siguiente:

### Estado Límite de Servicio.

- **Estado Límite de Fisuración.** El art. 49º fija las condiciones que han de cumplir para este estado límite, y son las siguientes:
- **Aparición de fisuras por compresión.** Esta comprobación se realizará para la combinación característica de los estados límites de servicio, especificando que el hormigón no supere un valor igual a  $0,60 f_{ck}$
- **Estado límite de descompresión.** Para la combinación frecuente se comprobará que el tendón está siempre contenido dentro de la zona comprimida de la sección. Para ello se comprobará dónde está el límite de la tensión equivalente a cero si es que existe.
- **Fisuración por tracción.** se comprobará para la etapa 1, la de transferencia, no alberga flexiones superiores a la flexotracción:  $f_{ct,m}=0,3 \cdot (f_{ck})^{2/3}$ . Este valor marca la posible aparición de fisuras en el hormigón por tracción para hormigones.
- **Estado Límite de Deformación.**
- En este aspecto, se verificará lo siguiente:
- **Deformaciones.** Para la limitación de deformaciones, se comprobará que la flecha máxima vertical correspondiente al valor frecuente de la sobrecarga no supera el valor de  $L / 1000$ .

### Estado Límite Último

De las comprobaciones que establece la EHE en su capítulo 10 para verificar el cumplimiento de los Estados Límites Últimos se comprobarán los siguientes puntos:

- Comprobación de rotura a flexión longitudinal
- Comprobación de rotura a cortante
- Comprobación de rotura a Torsión

Los estados límites últimos de las vigas postesadas serán comprobados con el resto de la estructura, al tener una comprobación idéntica al resto de las vigas

## 12.1 Determinación de la Geometría Final de Tendones

La geometría final de los tendones está marcada fundamentalmente por dos puntos:

- 1.- Conseguir que las tracciones existentes estén absorbidas por el hormigón
- 2.- Que el tendón no se encuentre en la zona traccionada en caso que la sección transversal no se encuentre completamente a compresión.

El objetivo de los tendones es evitar la existencia de tracciones en la sección. Las acciones a las que están sometidas las vigas, cargas continuas, generan un diagrama de esfuerzos mostrado en la Fig. 150 y que habrá que compensar con el pretensado.

Se observa que en los apoyos existe una curvatura hacia el eje positivo de Z, debido al empotramiento (aunque el apoyo de la pila está articulado, la presencia de la placa de hormigón del forjado rigidiza las uniones) para después flectar en dirección negativa por efecto de dichas cargas.

El esquema de pretensado ha de compensar estos momentos, reduciendo sobre todo los extremos y la zona central, e induciendo un axil de compresión que consiga que la sección esté completamente comprimida.

Se han llegado a probar 36 tipos de geometría diferentes, a lo que hay que sumarle las pequeñas variaciones que se realizan para intentar mejorar los resultados. Debido a que sería muy extenso de exponer, se resumen a continuación las 5 formas más significativas que pueden orientar los resultados.

### 12.1.1 Forma Tipo 1.

Siguiendo la forma de los apoyos, el tendón está en la parte superior de la sección en los extremos, bajando hasta la parte inferior en la parte central. Dado que los apoyos no son simétricos, se descentra la parte inferior central para compensar la diferencia de empotramiento y articulación. La forma más apropiada comprobada con los cálculos para esta sección se refleja en la Fig.202.

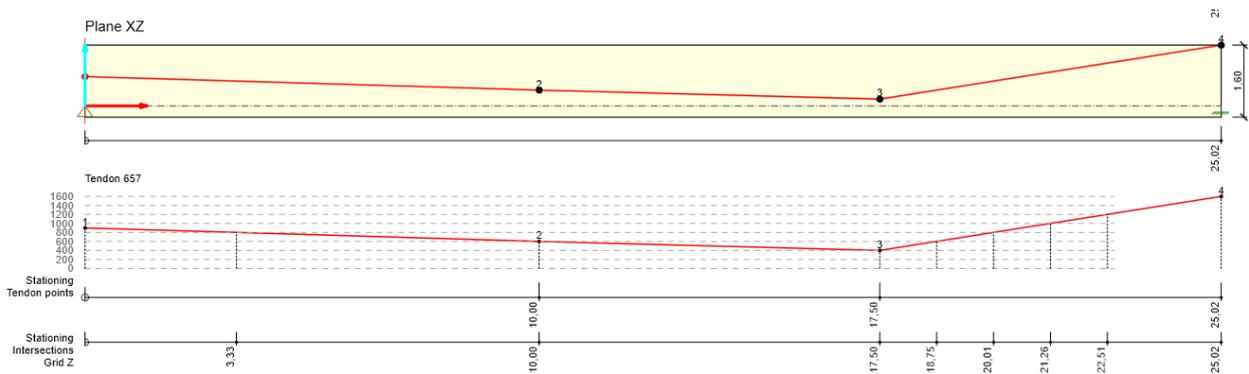


Fig.202. Geometría de tendón forma tipo 1

El diagrama de momentos que se obtiene se muestra en la Fig.203.

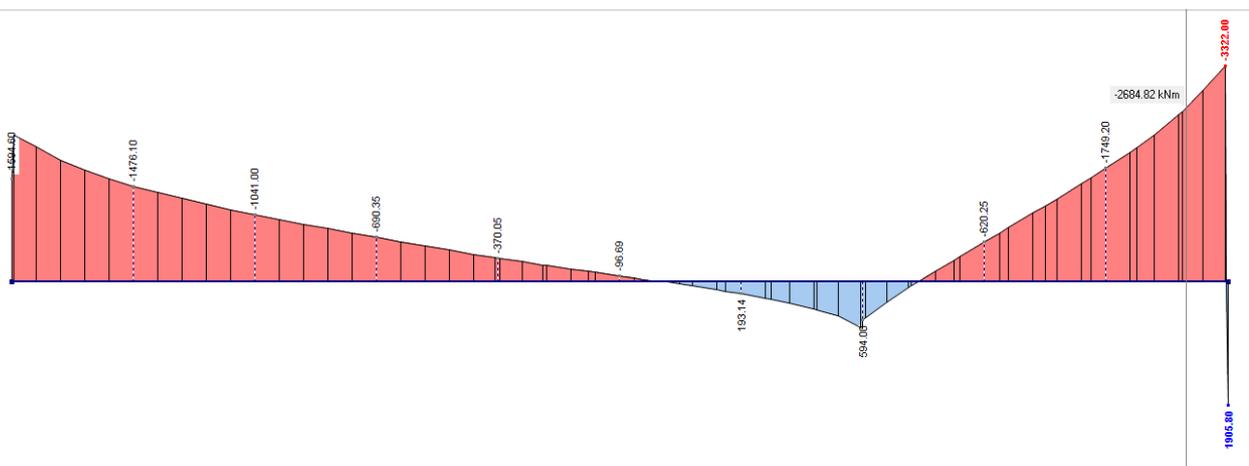


Fig.203. Diagrama de momentos de pretensado geometría tendón tipo 1

Como se puede apreciar, el diagrama de momentos compensa al de peso propio fundamentalmente en los apoyos, pero en la zona central casi no aporta nada a la sección general.

En cambio, si se habla de axiles (Fig.204), se obtiene una compresión continua sobre todo en los extremos, reduciéndose notablemente en la parte central.

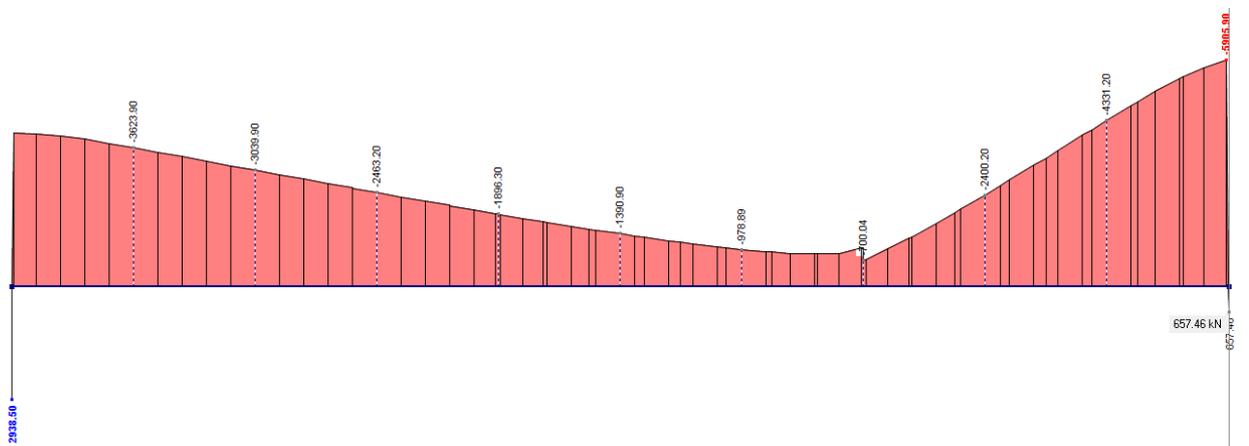


Fig.204. Diagrama de axiles de pretensado geometría tendón tipo 1

Para la combinación característica resulta el diagrama flector de la Fig.205.

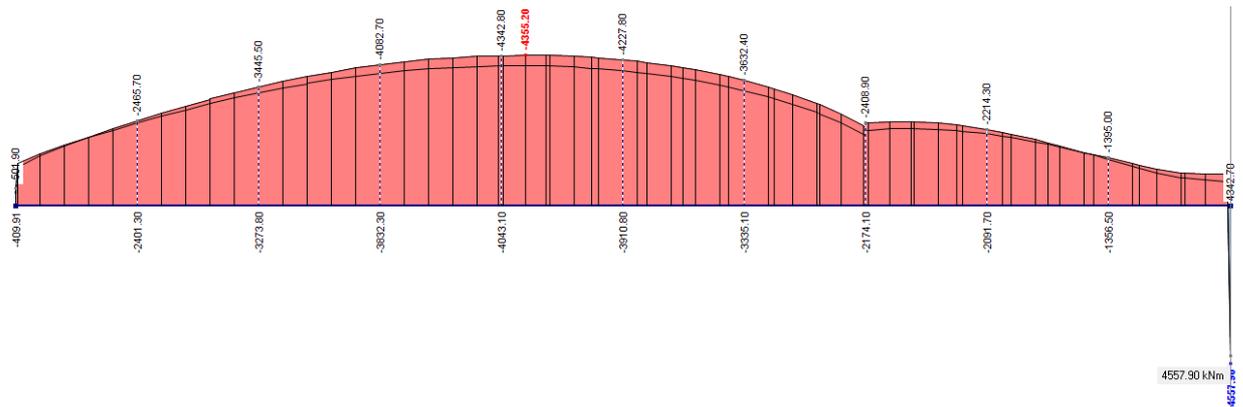


Fig.205. Diagrama de momentos combinación característica forma 1

La sección está curvada completamente en el sentido negativo del eje Z, con un máximo en la parte central. En el extremo empotrado se obtiene un momento positivo muy elevado, fruto del momento hiperestático. Este momento, que además es muy elevado, se combinará con el axil para verificar si sobrepasa los valores máximos permitidos del hormigón. Como es muy posible que esto ocurra, se compensará con el cambio de la sección ya que la viga está empotrada en la viga circular, debiéndose tener en cuenta este cambio de sección.

El diagrama de axiles es el mostrado en la Fig.206.

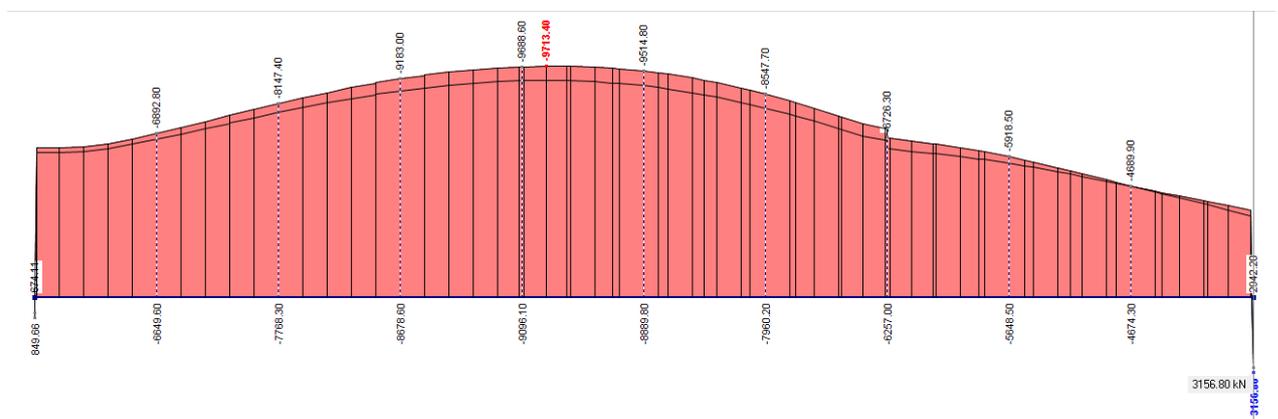


Fig.206. Diagrama de axiles combinación característica forma 1

Se observa que existe en ambos extremos axiles de tracción que se habrán de analizar y verificar su cumplimiento.

Se continúa la indagación de posibles formas para conseguir una mejor optimización de la sección, reduciendo

## 12.1.2 Forma Tipo 2.

La forma tipo 2 pretende corregir los problemas detectados en el tipo 1, aumentando la parte positiva y reduciendo la parte negativa del diagrama de momentos. La forma propuesta es la Fig.207.

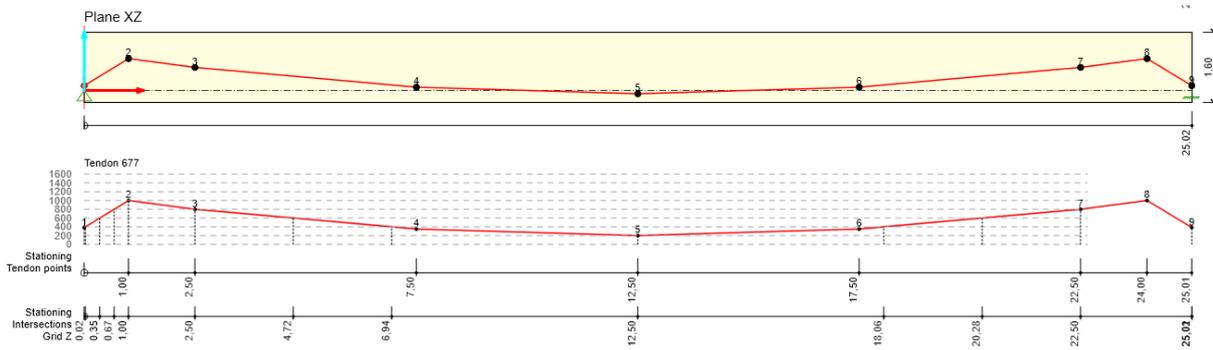


Fig.207. Geometría de tendón forma tipo 2

La geometría planteada pretende, con los quiebros laterales, disminuir la curvatura de los extremos y potenciar la parte central para que compense el momento negativo del peso propio. El diagrama de axiles que se obtiene es la Fig.208.

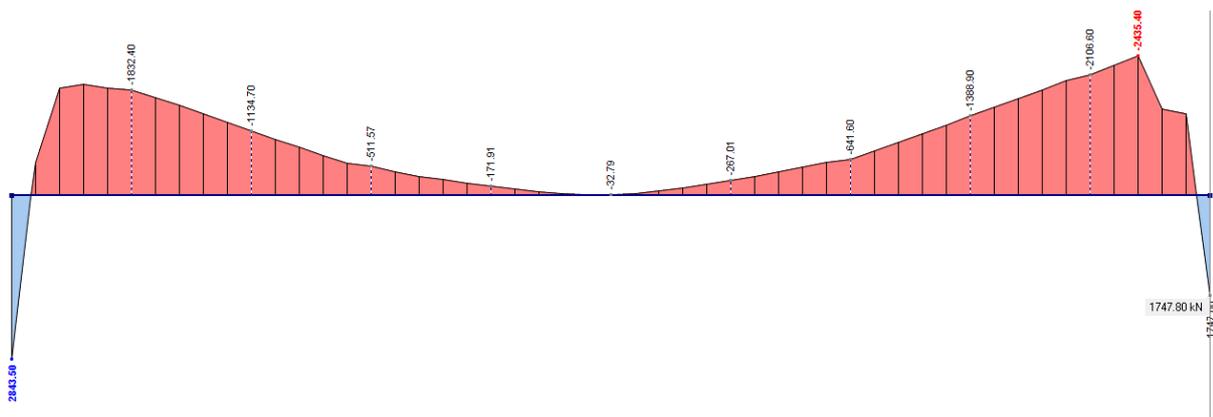


Fig.208. Diagrama de axiles de pretensado geometría tendón tipo 2

Como siempre, en los extremos hay un cambio de signo en axil producido por la hiperestaticidad de la estructura, siendo mayor el axil en los extremos y casi nulo en la parte central. El diagrama de momentos flectores se corresponde con la Fig.209:

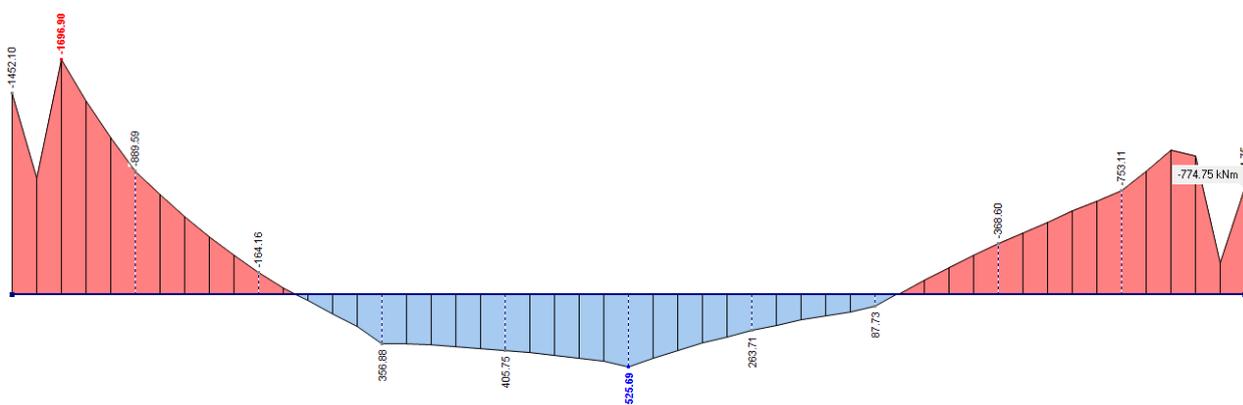


Fig.209. Diagrama de momentos de pretensado geometría tendón tipo 2

Este diagrama es mejor que el del tipo 1, ya que cumple los objetivos buscados reduciendo el excesivo momento negativo en las partes laterales y aumentando considerablemente el central. La combinación característica de este tipo 2 es la mostrada en las Figs.210 y 211:

### Diagrama de momentos.

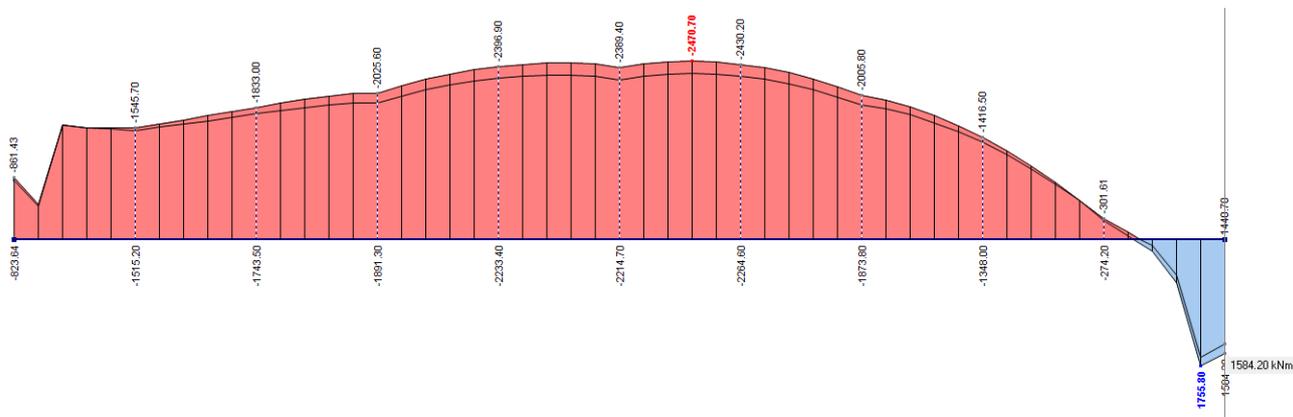


Fig.210. Diagrama de momentos combinación característica forma 2

### Diagrama de axiles.

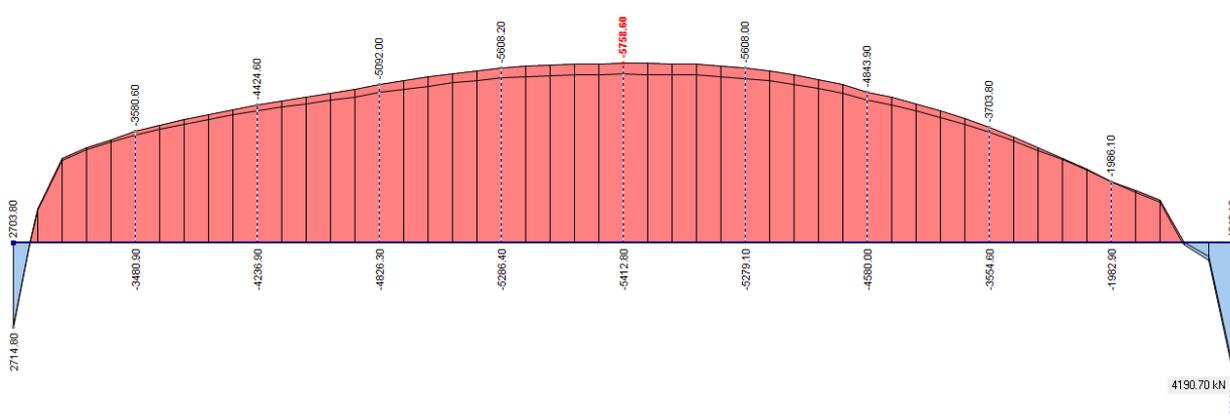


Fig.211. Diagrama de axiles combinación característica forma 2

Se pueden señalar las siguientes características:

Los valores de axiles y momentos son bastante inferiores.

Los axiles en ambos extremos son positivos, lo que provoca tracciones y no compensa la tracción que se produce debida a los flectores. Estas zonas pueden ser críticas.

### 12.1.3 Forma Tipo 3.

La forma tipo 3 pretende mejorar los puntos débiles detectados en la anterior, y son los siguientes:

Subida del punto 1. Para mejorar el momento negativo, que en el extremo se reduce sensiblemente, se eleva el punto 1 de cota.

Reducción de puntos intermedios. Se reduce el número de puntos intermedios para mejorar el funcionamiento y equilibrio de fuerzas.

Asimetría del trazado. Se modifica el trazado de forma asimétrica para compensar los momentos del lado derecho frente al izquierdo.

Elevación de los puntos 6 y 7. Se elevan para poder crear un brazo mecánico y aumentar el momento.

El trazado se muestra en la Fig.212.

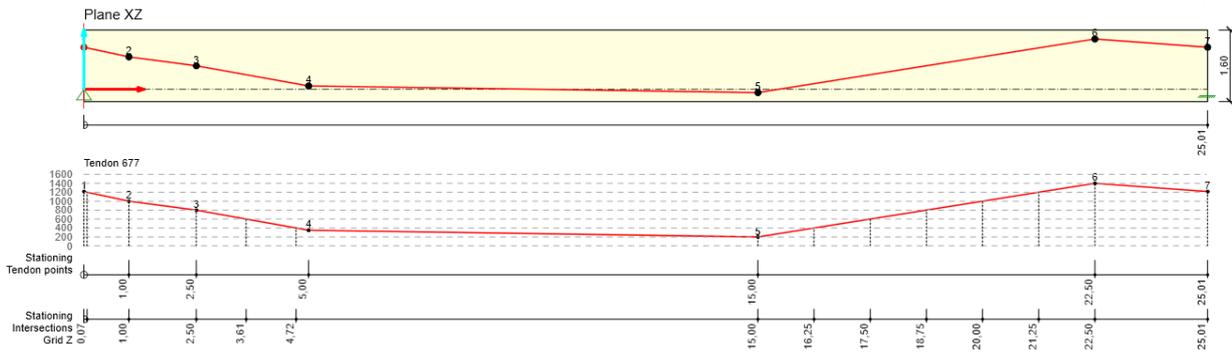


Fig.212. Geometría de tendón forma tipo 3

En el diagrama de momentos resultante (Fig.213) se identifican los siguientes puntos:

Se mejora el momento positivo.

Se aumenta el momento negativo, aunque en el extremo derecho se produce un cambio de signo que lo empeora.

Los problemas detectados se deben a que el valor de los momentos extremos deberían ser inferiores y todos negativos, mientras que en la parte central deberían ser muy superiores y positivos.

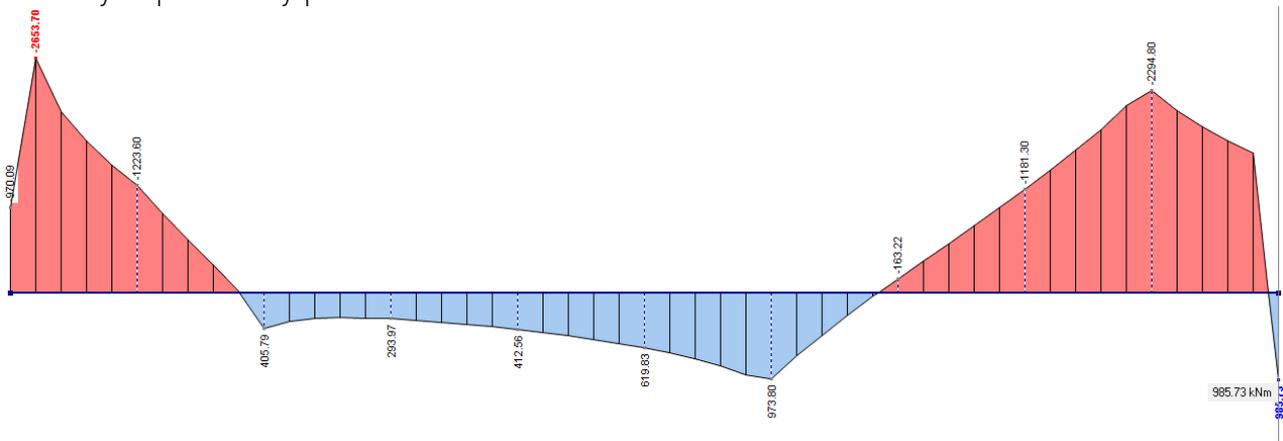


Fig.213. Diagrama de momentos de pretensado geometría tendón tipo 3

En cuanto a axiles, la tónica general del esquema es muy similar a los anteriores (Fig.214), encontrándonos en la parte central un tramo negativo. En los extremos

también se produce el cambio de signo debida a los esfuerzos producidos por la introducción del pretensado.

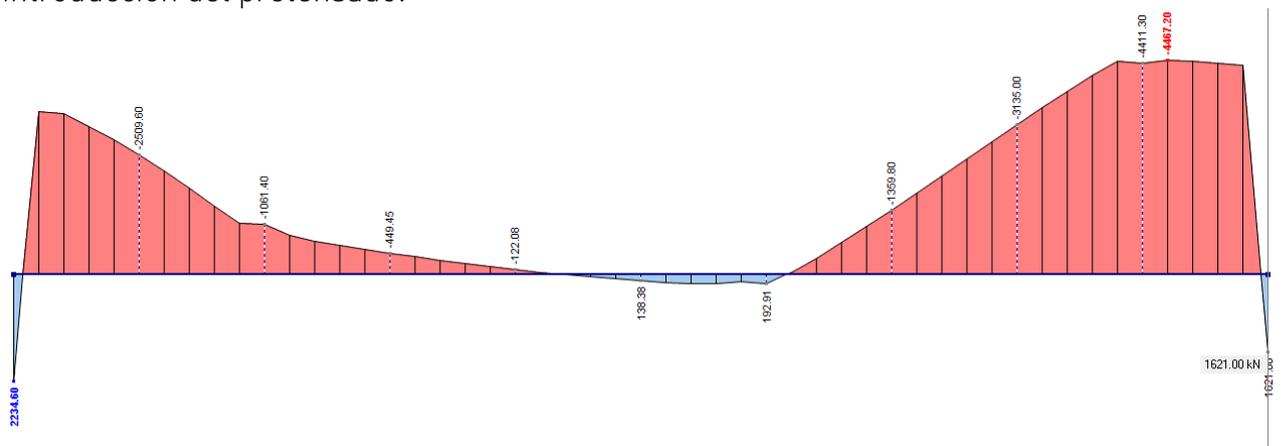


Fig.214. Diagrama de axiles de pretensado geometría tendón tipo 3

La repercusión de estos diagramas en la combinación característica se muestra en las Figs.214 y 216.

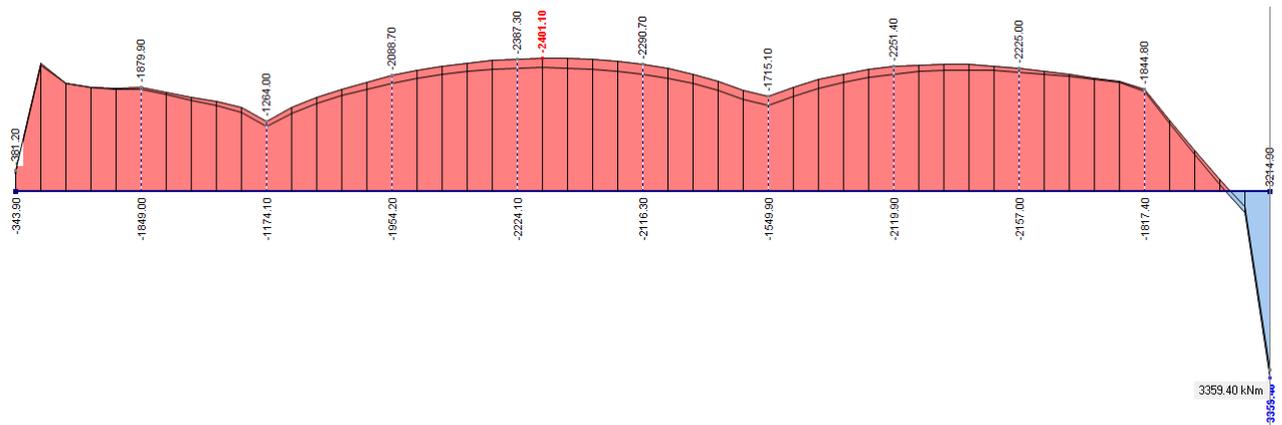


Fig.215. Diagrama de momentos combinación característica forma 3

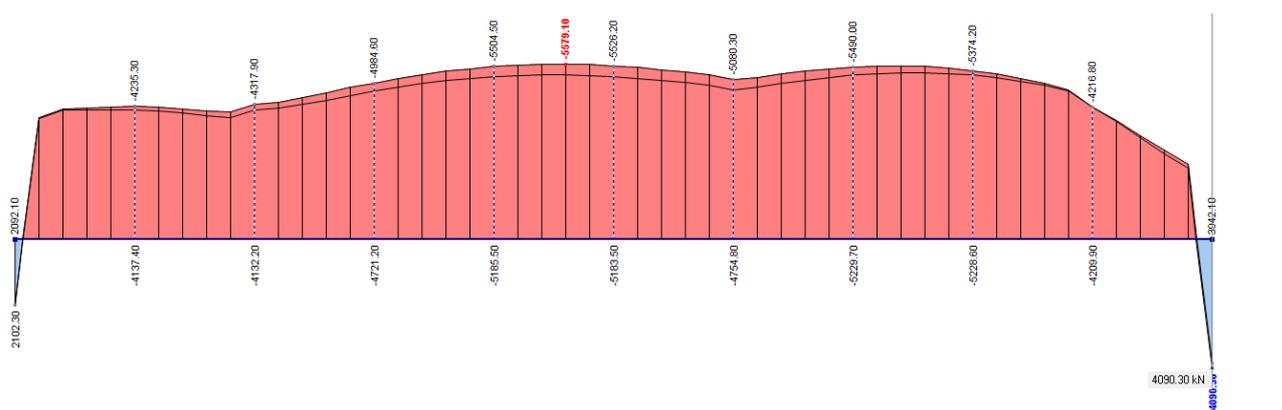


Fig.216. Diagrama de axiles combinación característica forma 3

El diagrama de momentos muestra unos valores más reducidos, con una curvatura negativa casi constante en toda la sección salvo en la parte de la derecha debida a los momentos hiperestáticos. El diagrama de axiles sigue presentando el cambio de signo en los extremos, pero de una forma más reducida que en el tipo 2.

### 12.1.4 Forma Tipo 4.

Con esta forma se pretende reducir el número de puntos intermedios y depurar la forma (Fig.217).

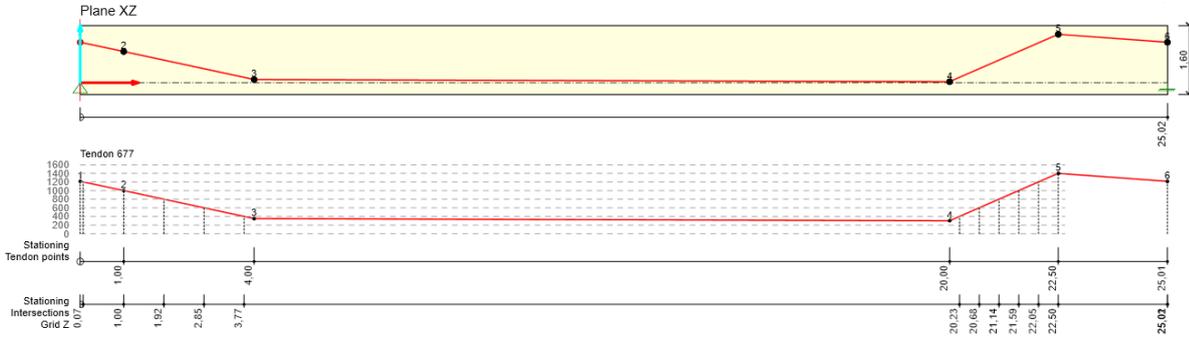


Fig.217. Geometría de tendón forma tipo 4

La idea se centra en buscar el máximo momento positivo y reducir. Los diagramas de momentos y axiles de las fuerzas de pretensado son de las Figs.218 y 219.

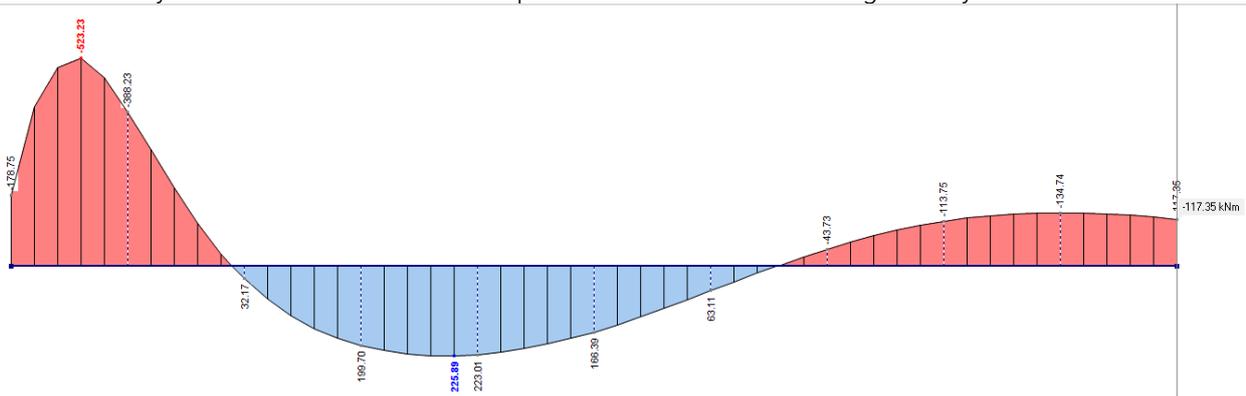


Fig.218. Diagrama de momentos de pretensado geometría tendón tipo 3

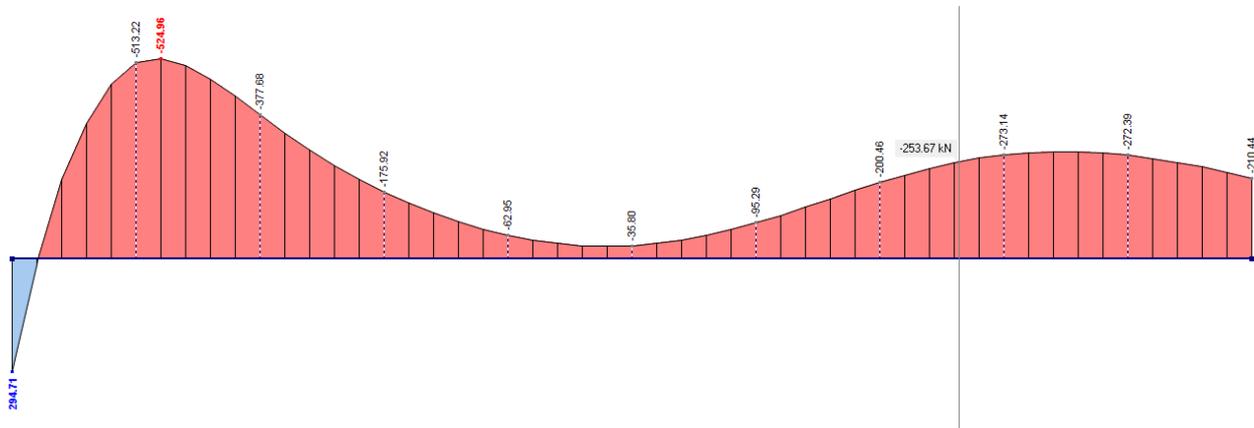


Fig.219. Diagrama de axiles de pretensado geometría tendón tipo 4

Los diagramas siguen una forma muy similar a la forma anterior, aunque con valores inferiores. No hay nada reseñable nuevo.

La consecuencia en la combinación característica apenas tiene consecuencias sobre el diagrama de esfuerzos del peso propio, tal y como se muestra en las Figs. 220 y 221:

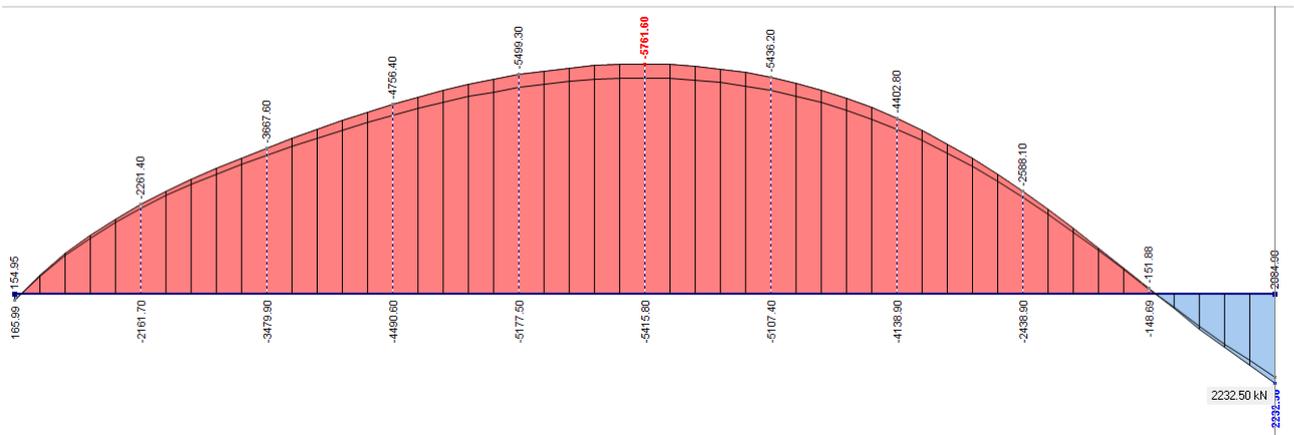


Fig.220. Diagrama de momentos combinación característica forma 4

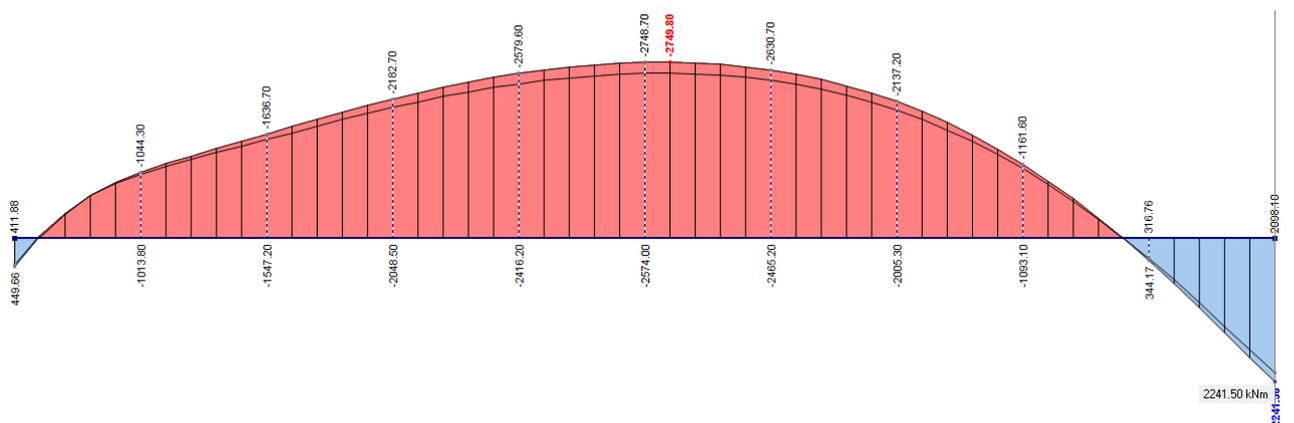


Fig.221. Diagrama de axiles combinación característica forma 4

### 12.1.5 Forma Tipo 5.

Tras un largo análisis comparativo de las posibles geometrías que mejor se adaptan al tendón existen una serie de características intrínsecas que condicionan la geometría:

- Esfuerzo hiperestático. Este esfuerzo aplica unos momentos negativos de partida que coartan la pretensión, limitando la posibilidad de crear una curvatura opuesta para contrarrestar la flexión por las cargas permanentes.
- Una geometría con numerosas curvas reduce bastante el axil en la zona central. A la hora de calcular la tensión de compresión en el axil es importante tener un axil alto, ya que los momentos altos hacen que la tensión de tracción

originada sea elevada también, por lo que se eleva mucho la fibra donde se produce la descompresión.

- Se produce descompresión dentro de la viga. No se ha conseguido una sección que esté completamente a compresión en ninguna de las etapas. El elevado peso propio, unido a que la geometría de la viga se ha de ejecutar in situ no permiten la posibilidad de ejecutar una viga más liviana con el alma más reducida. En este sentido se ha de buscar la geometría y la fuerza de pretensado tal que el tendón esté dentro de la zona comprimida.

Después de una indagación muy intensa se llega a la conclusión que la forma geométrica que mejor se adapta a lo que se necesita, consiguiendo que se cumpla la normativa al respecto es la catenaria, que obedece a la siguiente geometría mostrada en la Fig.222:

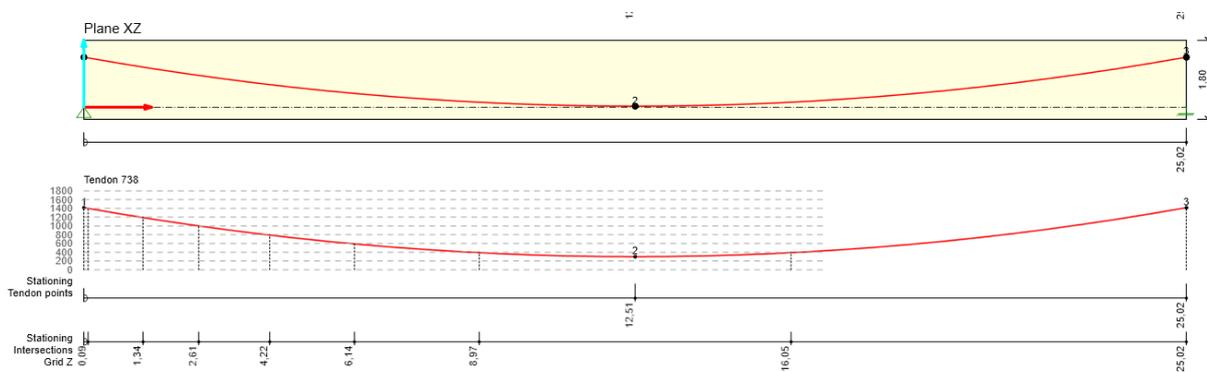


Fig.222. Geometría de tendón forma tipo 5

El tendón tiene finalmente 55 cordones, ya que se pretende conseguir el máximo axil posible para contrarrestar la tracción producida por el flector.

El diagrama de axil y momentos para esta fuerza de pretensado es el siguiente (Figs.223 y 224):

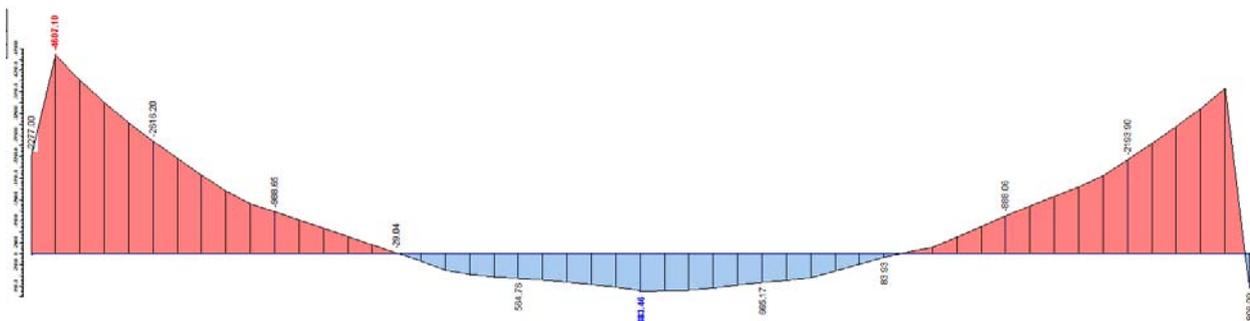


Fig.223. Diagrama de momentos de pretensado geometría tendón tipo 5

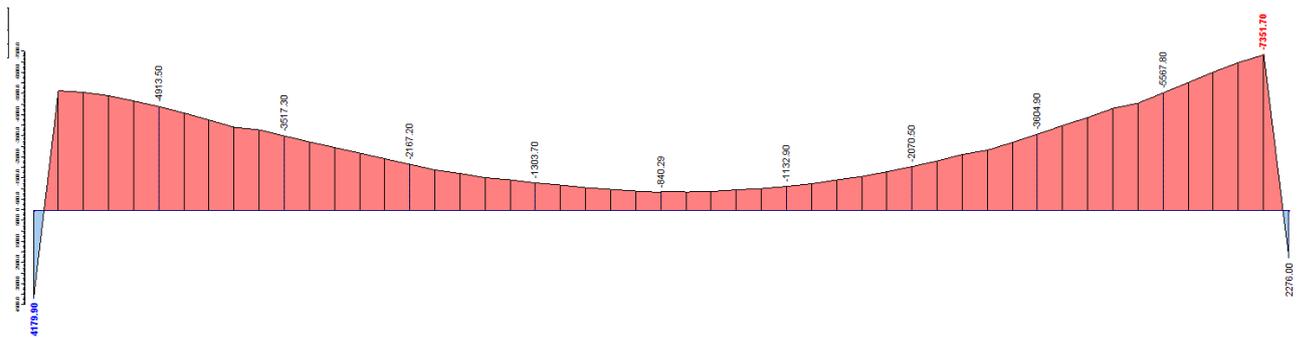


Fig.224. Diagrama de axiles de pretensado geometría tendón tipo 5

Como se observa existe un momento positivo bastante escaso en comparación con el negativo, lo que penaliza mucho la sección al no poder corregir el momento final de la combinación característica, tal y como se puede apreciar en los siguientes diagramas (Figs.225 y 226):

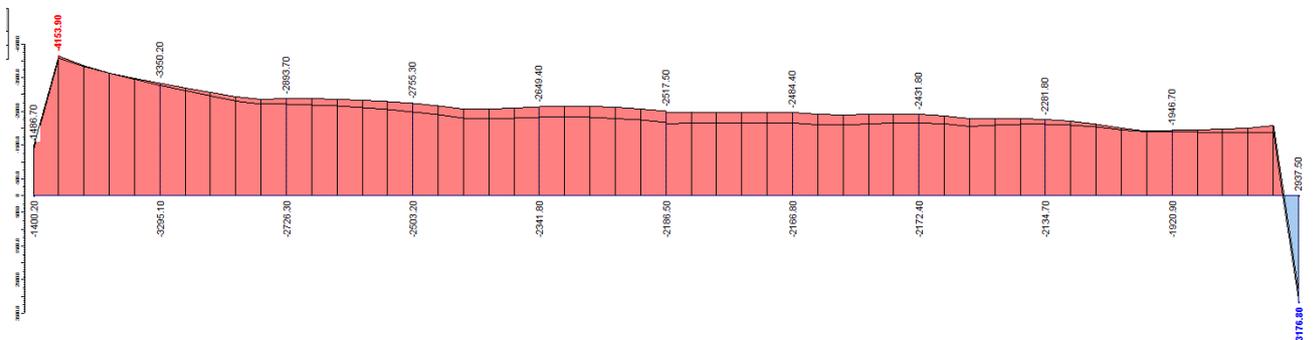


Fig.225. Diagrama de momentos combinación característica forma 5

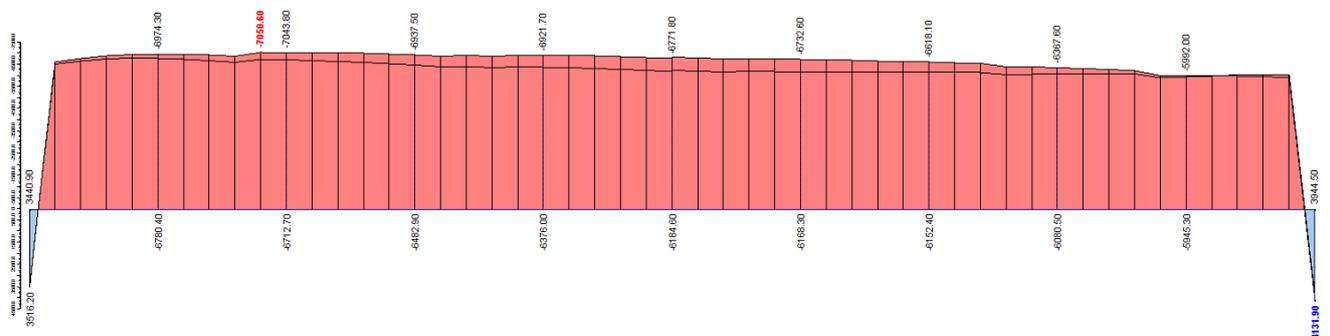


Fig.226. Diagrama de axiles combinación característica forma 5

El diagrama de momentos flectores es relativamente recto, con un pequeño pico en la parte izquierda que se estudiará posteriormente en el armado de la sección. Destacar la presencia de un momento positivo en la parte del empotramiento de la derecha, que al estar empotrada en la viga transversal, no se estudiará como armado de viga.

La tabla contenida en el Anejo D detalla para cada fragmento de 0,50 m de la estructura el estado tensional que se recoge y que se explicará en los siguientes apartados.

## 12.2 Estado Límite de Fisuración

El estado límite de fisuración analiza las posibles fisuras originadas por los distintos esfuerzos a los que se ve sometida la estructura. Se comprobarán las fisuras debidas a compresión y tracción, ya que las debidas a cortante y torsión, si el elemento cumple el estado límite último, no se producen fisuras debido a estos esfuerzos.

### 12.2.1 Aparición de Fisuras por Compresión

Para esta comprobación es necesario analizar las tensiones en las fibras inferiores y superiores de la sección en función de su posicionamiento dentro de la viga. El programa de cálculo RFEM facilita las tensiones en la sección en su módulo RF TENDON Design, para lo cual hay que seguir un proceso más elaborado y armar la sección completa. Para verificar e iterar la estructura se ha realizado una tabla de comprobación que genera las tensiones de compresión y que se localiza en el Anexo 1 del presente apartado.

El objetivo es conseguir que la sección de hormigón esté a compresión, por lo que es fundamental tener una ley de momentos que tenga unos valores bajos y un axil a compresión bastante elevado, de forma que al sumar las tensiones de compresión y flexión, toda la sección se encuentre al menos a tensión de compresión igual a cero en la fibra más alejada. En caso de encontrarse parte de la sección a tracción el hormigón se fisuraría y habría que descontar la parte del hormigón fisurada como área resistente.

Para el cálculo se utilizarán las siguientes fórmulas:

**Tensión debida al axil:**

$$\sigma_a = N/A$$

Donde N es el axil y A el área de la sección de la pieza.

**Tensión debida al flector.** Al ser una sección rectangular, los ejes principales coinciden con el centro de gravedad de la sección, por lo que se puede usar la siguiente fórmula:

$$\sigma_f = M_f \cdot h / 2I_z$$

Dónde:

M<sub>f</sub> es el momento flector.

h es el canto de la viga

I<sub>z</sub> es el momento de inercia de la sección respecto al eje z, siendo éste el eje paralelo a la base de la sección transversal.

La suma de ambas tensiones será la tensión total de la pieza.

$$\sigma_t = \sigma_a + \sigma_f$$

Se comprobará con los diagramas de momento y axil de las distintas vigas que la suma de tensiones debidas al axil y al flector están dentro de los valores estimados. Se debe tener en cuenta que la tensión de flexión puede provocar compresiones y tracciones, por lo que se tomará el signo que sea más desfavorable para ver el cumplimiento de la sección. El valor máximo de estas compresiones será igual a  $0,60 f_{ck}$ , equivalente a  $24.000 \text{ kN/m}^2$ .

La tabla 1, localizada en el Anexo 1, contiene la comprobación que la tensión máxima de compresión es inferior a este valor, verificando que **se cumple** esta comprobación en todas las secciones.

### 12.2.2 Estado Límite de Descompresión

Se ha de verificar que la sección de hormigón está siempre comprimida. Para ello se calcula el punto de la sección donde la tensión es cero:

$$0 = \sigma_a + \sigma_f$$

Esta comprobación no se cumple en ninguna parte de la sección a lo largo de la viga, por lo que se procederá a la comprobación del estado de fisuración por tracción.

La viga presenta casi a lo largo de toda su longitud parte de la sección a tracción. No se ha encontrado una tipología adecuada para construir in situ que reduzca estas consideraciones, ya que si se eleva el canto se aumenta el peso propio y no se consigue la sección completa a compresión.

### 12.2.3 Fisuración por Tracción

Cuando el hormigón no está completamente comprimido se comprueba qué efecto tienen los esfuerzos a la hora de fisurar el hormigón. Estos esfuerzos y las fisuras serán controladas según la siguiente tabla:

Tabla 5.1.1.2

Clase de exposición, según artículo 8°	$w_{max}$ [mm]	
	Hormigón armado (para la combinación cuasipermanente de acciones)	Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
I	0,4	0,2
IIa, IIb, H	0,3	0,2 <sup>(1)</sup>
IIIa, IIIb, IV, F, Qa <sup>(2)</sup>	0,2	Descompresión
IIIc, Qb <sup>(2)</sup> , Qc <sup>(2)</sup>	0,1	

<sup>(1)</sup> Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación cuasipermanente de acciones.

<sup>(2)</sup> La limitación relativa a la clase Q solo será de aplicación en el caso de que el ataque químico pueda afectar a la armadura. En otros casos, se aplicará la limitación correspondiente a la clase general correspondiente.

Como se puede ver, la EHE permite la existencia de fisuras en función del tipo de exposición. Para el caso del proyecto se comprobará la clase de exposición que se tiene en función de la tabla 8.2. Se procederá a identificar el ambiente al que corresponde, eligiéndose el ambiente tipo II.

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN				DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación	Tipo de proceso		
No agresiva		I	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Interiores de edificios, no sometidos a condensaciones.</li> <li>– Elementos de hormigón en masa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elementos estructurales de edificios, incluido los forjados, que estén protegidos de la intemperie.</li> </ul>
Normal	Humedad alta	Ila	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Interiores sometidos a humedades relativas medias altas (&gt; 65%) o a condensaciones.</li> <li>– Exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm.</li> <li>– Elementos enterrados o sumergidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elementos estructurales en sótanos no ventilados.</li> <li>– Cimentaciones.</li> <li>– Estribos, pilas y tableros de puentes en zonas, sin impermeabilizar con precipitación media anual superior a 600 mm.</li> <li>– Tableros de puentes impermeabilizados, en zonas con sales de deshielo y precipitación media anual superior a 600 mm.</li> <li>– Elementos de hormigón, que se encuentren a la intemperie o en las cubiertas de edificios en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm.</li> <li>– Forjados en cámara sanitaria, o en interiores en cocinas y baños, o en cubierta no protegida.</li> </ul>
	Humedad media	Ilb	Corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Elementos estructurales en construcciones exteriores protegidas de la lluvia.</li> <li>– Tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm.</li> </ul>

Se procederá a verificar dos posibles estados de fisuración:

Fisuración para la combinación frecuente.

Estado de las posibles tracciones en la etapa 1, o también denominada fase de transferencia.

#### Combinación Frecuente fase final.

Primero se comprobará que no se supera el límite del hormigón a flexotracción. El art- 39.1 establece como resistencia media a tracción,  $f_{ct,m}=0,30(f_{ck})^{2/3} = 3.510 \text{ Kn/m}^2$ . En la tabla 1 se verifica que, para la combinación frecuente se sobrepasa la resistencia del hormigón a flexotracción en el tramo de 0,50 m a 4,00 m, por lo que se ha de comprobar la fisuración que se produce en este tramo. Esta comprobación se hará con el programa RF TENDON design, ya que se ha de determinar la armadura pasiva de la sección.

#### Combinación característica fase de transferencia.

Esta combinación se encarga de comprobar si antes de la puesta en carga del hormigón se producen tracciones en el hormigón.

Para este caso se han obtenido los axiles y momentos en esta etapa, procediendo de manera idéntica a la señalada en la tabla anterior. Se puede apreciar que esta fase es incluso más desfavorable, dándose valores más elevados de tracción. Al igual que en la combinación frecuente, para la combinación característica en la fase 1 se obtiene una tracción mayor a la resistente a flexotracción del hormigón. Por tanto, y siguiendo los pasos de la combinación frecuente, se comprobará esta etapa en el programa RF-TENDON Design.

## 12.3 Estado Límite de Deformación

En el estado límite de deformación se verifica si los movimientos (flechas o giros estructurales) son menores a los valores máximos permitidos.

Estudiando la combinación frecuente se obtiene que la flecha de las vigas es de **16,5mm** lo que **corresponde a un valor inferior a  $L/1000$** . Dado que en el interior no hay particiones o elementos que sean frágiles frente a la deformación por flecha, se cumple este estado límite (fig.227).

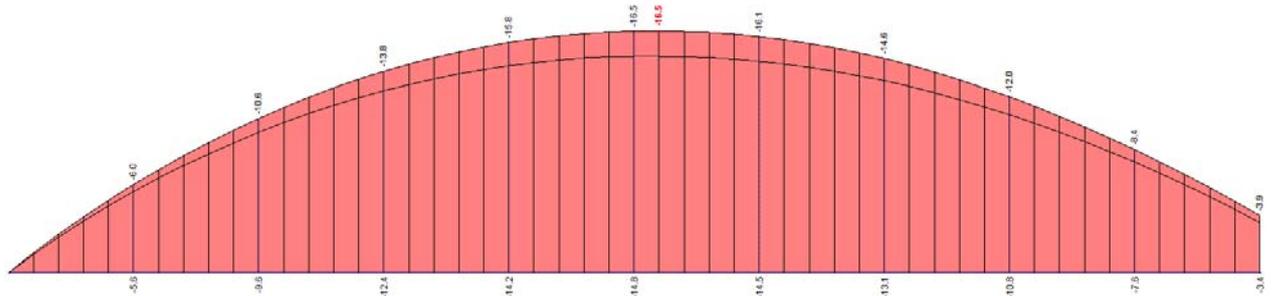


Fig.227. Flecha de viga pretensada

## 12.4 Comprobación y Armado con RF-TENDON

A continuación se muestran los resultados obtenidos por el programa RF-TENDON comprobando las características antes señaladas.

### 12.4.1 Resumen

El tendón será de 55 cordones y tendrá la geometría que se muestra en la Fig.228. En anclaje de los tendones se realiza en la parte superior de la viga, guardando la distancia establecida por el catálogo del fabricante para alojar la cuña.

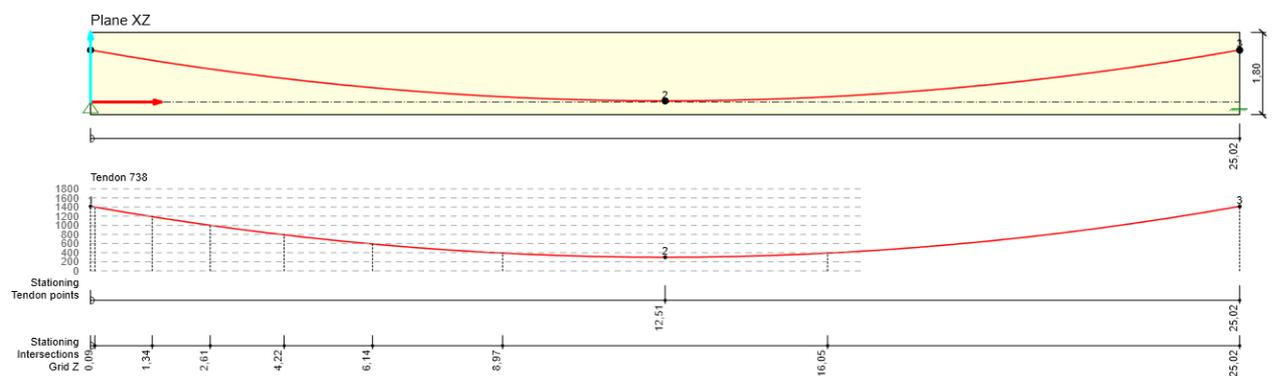


Fig.228. Esquema geométrico tendones. Solución final

La parte interior del anclaje intenta no apurar la sección, ya que tras numerosas pruebas ha ocurrido que el tendón se localiza fuera del área comprimida. Por este motivo se ha dispuesto a una separación de la cara inferior de la viga de 0,30 m

La siguiente tabla muestra los datos principales del tendón, así como justifica el cumplimiento de la resistencia a tensión máxima del tendón y del hormigón según los respectivos artículos del Eurocódigo, análogos a la EHE.

### Prestressing

Name	Material	A p [ mm <sup>2</sup> ]	Length [ m ]	L s [ m ]	L arc [ m ]	R min [ m ]	θ [ ° ]
	Strands	σ a [ MPa ]	σ min [ MPa ]	σ max [ MPa ]	e ba [ mm ]	e aa [ mm ]	L set [ m ]
Tendon 738	Y1860S7-15.2	7645	25,15	0,00	25,15	70,24	20,2
	55	1413,00	1287,45	1348,76	181	171	15,44

Name	σ ini,max [ MPa ]	σ p,max [ MPa ]	Check 5.10.2.1(1)P	σ min [ MPa ]	σ max [ MPa ]	σ pm0 [ MPa ]	Check 5.10.3(2)P
Tendon 738	1413,00	1476,00	✓	1287,45	1348,76	1394,00	✓

Symbol	Explanation
A p	Area of tendon
Length	Length of tendon
L s	Sum of lengths of straight parts of tendon
L arc	Sum of lengths of curved parts of tendon
θ	Cumulative angular change
R min	Minimum radius
σ a	Anchorage stress
σ min	Minimum stress along the length of tendon after anchoring
σ max	Maximum stress along the length of tendon after anchoring
e ba	Theoretical tendon elongation before anchoring
e aa	Theoretical tendon elongation after anchoring
L set	Length affected by anchorage set
σ ini,max	Maximum initial stress in tendon
σ p,max	Limit value of tendon stress applied to the tendon acc. to 5.10.2.1 (1)P
Check 5.10.2.1(1)P	Check of criterion according to provision 5.10.2.1 (1)P (σ ini,max ≤ σ p,max )
σ pm0	Limit value of tendon stress applied to the tendon acc. to 5.10.3 (2)
Check 5.10.3(2)P	Check of criterion according to provision 5.10.3 (2)P (σ imax ≤ σ pm0 )

## 12.4.2 Pérdidas de Pretensado

Las pérdidas producidas por el pretensado está calculadas por el módulo, y son las siguientes en función de su geometría (Fig.229)

:

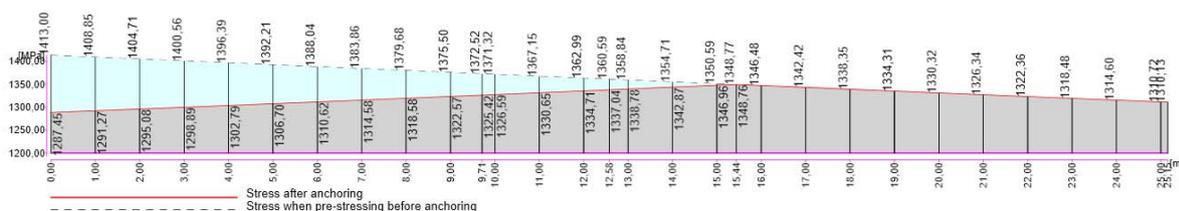


Fig.229. Pérdida de tensiones de tendón. Solución final

Se puede comprobar además que no se supera la tensión máxima permitida durante el proceso de tesado e inmediatamente después de tesar.

**Maximum stress allowed in tendon during tensioning acc. 5.10.2.1(1)P**

Maximum initial stress in tendon [ MPa ]	Limit value of tendon stress $\sigma_{p,max}$ [ MPa ]	Check of stress
1413,00	1476,00	✓

**Maximum stress allowed in tendon immediately after anchoring acc. 5.10.3(2)**

Minimum stress after anchoring [ MPa ]	Maximum stress after anchoring [ MPa ]	Limit value of tendon stress $\sigma_{pm0}$ [ MPa ]	Check of stress
1287,45	1348,76	1394,00	✓

### 12.4.3 Esfuerzos

A continuación se muestran los esfuerzos axiales y flectores para la combinación característica (Fig.230). Se puede ver que toda la sección tiene una curvatura negativa excepto en el apoyo derecho, debido al empotramiento de la sección. Dado que en ese punto la sección de la viga es la transversal de la otra viga no habrá problemas debido a la fisuración.

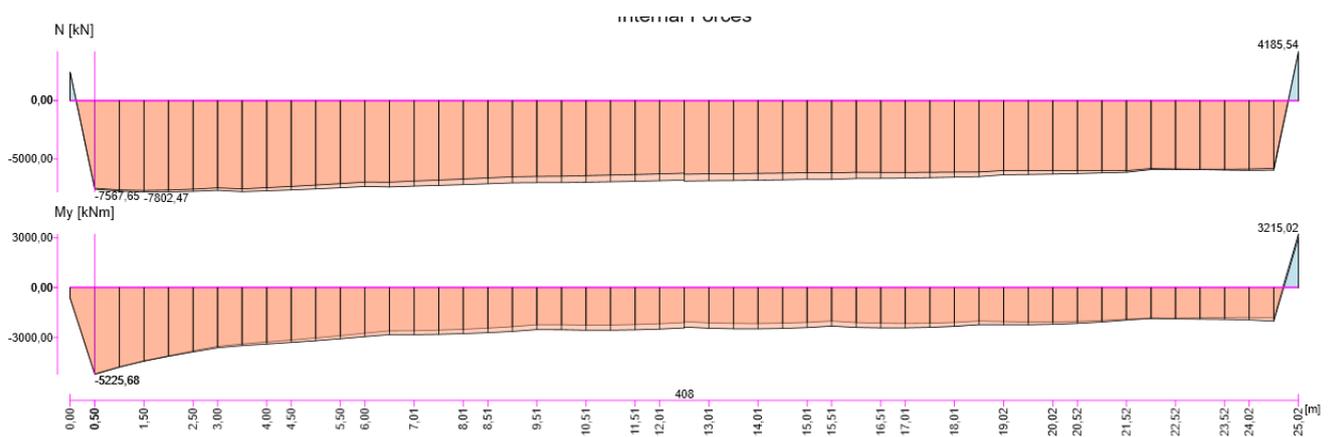


Fig.230. Esquema de axiles y momentos para combinación característica. Solución final

La siguiente tabla señala los esfuerzos máximos y mínimos que se localizan en las distintas partes de la sección. Cabe notar que se localizan principalmente en el entorno de los apoyos, no estando en este listado el centro de vano de la viga.

All SLS - Char-Stage 2, 408 (Rectángulo 900/1800), Axes: Local, Global Extreme

Position [ m ]	Combination	Index	N [ kN ]	Vy [ kN ]	Vz [ kN ]	Mx [ kNm ]	My [ kNm ]	Mz [ kNm ]
1,50	C08	23	-7802,47	-25,47	512,06	14,28	-4424,49	-6,90
25,02	C08	23	4185,54	-1,02	1558,22	2,26	3215,02	-1,13
5,00	C06	22	-7206,74	2,88	393,83	1,29	-3031,01	7,87
0,50	C06	22	-7479,07	-74,54	582,76	-14,56	-5225,68	-56,47
0,00	C08	23	2363,07	-39,57	-1033,91	29,61	-600,59	-88,01
0,50	C08	23	-7587,65	-73,56	501,56	-14,82	-5172,39	-55,15
0,00	C06	22	2431,59	-43,22	-948,32	26,40	-684,28	-91,23
3,00	C06	22	-7442,25	-0,73	666,35	9,68	-3544,00	11,60

### 12.4.4 Comprobación de Posiciones

Ahora se comprobarán una serie de secciones de la viga para calcular el armado. (Fig.231) Para ello se va a segmentar el elemento en secciones cada 1,50 m, de forma que se puedan extrapolar las condiciones de armado en estos elementos.

Dados los esquemas de esfuerzos esta distribución es correcta ya que no existen grandes saltos que obliguen a un estudio singular.

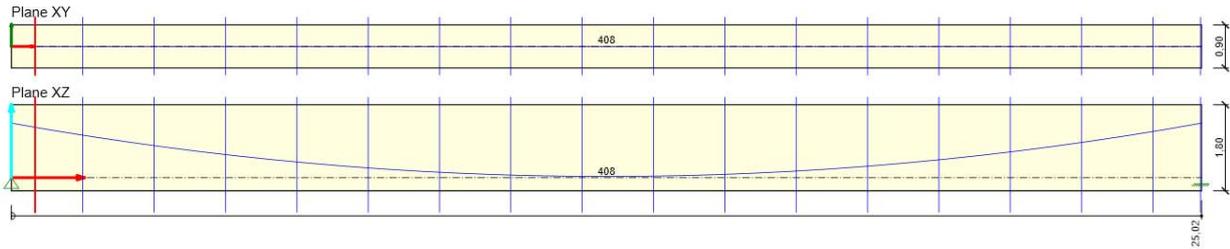


Fig.231. Secciones de viga pretensada. Solución final.

### 12.4.5 Armado de la sección.

Para el armado de la sección se comenzará probando una armadura consistente en  $5\phi 20$  para armado inferior y superior, con una armadura de piel formada por  $2\phi 16$  y 2 cercos de  $\phi 12$  cada 20 cm. Esta es la armadura que se propone por cuantía geométrica mínima, considerando el 2‰ de la sección de hormigón (Fig.232).

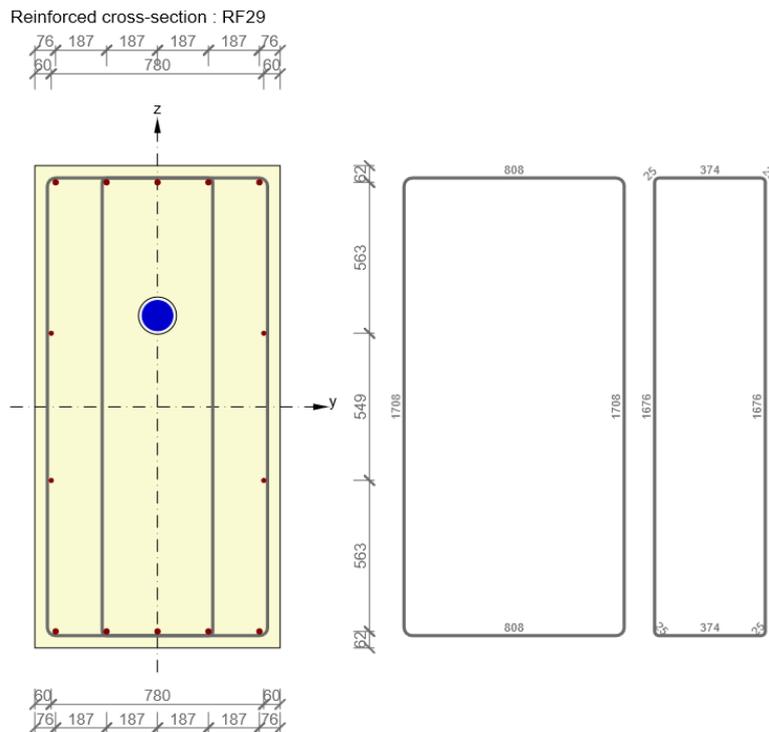


Fig.232. Sección tipo viga pretensada

Se fija además que la sección no sufrirá corrosión, por lo que se permite una apertura de fisuras de hasta 0,4 mm.

### 12.4.6 Comprobación de la Sección Armada

Con el Módulo RF-TENDON Design se procede a armar cada una de las secciones antes señaladas y verificar los siguientes cumplimientos:

- Estados límites últimos de flexión, cortante, torsión e interacción entre ellos
- Limitación de tensiones máximas.
- Abertura de fisuras.
- Rotura frágil.
- Diseño

El cálculo de la viga con el armado propuesto cumple todos los condicionantes establecidos. Para verificar este cálculo se comentarán alguna de las secciones más significativas, estudiando las opciones que da el programa.

### 12.4.7 Esfuerzos en las Distintas Etapas

Este módulo permite analizar los efectos del pretensado en las cargas permanentes analizando cómo incrementan desde los 28 a los 10.000 días que se han tenido en cuenta para el cálculo.

Time [d]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
28,0	-976,66	13,38	-867,17	-0,32	514,66	15,41
10000,0	114,89	-9,24	2,80	-5,11	-61,17	-6,94

También ofrece la pérdida de tensión a corto plazo, estimada en 4,25 MPa..

Tendon	Time [d]	$\sigma_{pm0}$ [MPa]	$\Delta\sigma_{pr, occured}$ [MPa]
1	28,0	1299,58	-4,25

Por último se identifican los efectos del pretensado primario y secundario. Se puede ver que se inducen un axil y un momento bastante elevado, que llega a duplicar el valor inicial.

Time [d]	Effect of prestressing	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
28,0	Primary	-9841,81	0,00	1359,48	0,00	-2258,66	0,00
	Secondary	4195,92	-82,19	-221,41	-12,99	-2346,54	-65,34

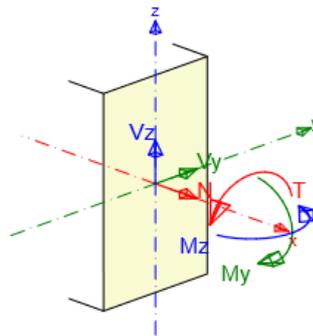
### 12.4.8 Esfuerzos Interiores en la Sección

Para cada sección el programa ofrece los valores de los esfuerzos para las distintas combinaciones de cargas. En este caso no se tiene en cuenta la combinación accidental, excluida según se comenta en el Capítulo 11.

Combination type	Use	Load type	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Fundamental ULS	<input checked="" type="checkbox"/>	Permanent Sum Gdj	-7150,32	0,77	164,40	7,22	-4041,33	-0,89
		Variable Sum Qdi	-879,89	0,09	10,83	0,88	-495,56	-0,13
Accidental	<input type="checkbox"/>	Permanent Sum Gdj	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		Variable Sum Qdi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Characteristic	<input checked="" type="checkbox"/>	Permanent Sum Gdj	-5296,54	0,57	121,78	5,35	-2993,58	-0,66
		Variable Sum Qdi	-586,59	0,06	7,22	0,58	-330,38	-0,09
Frequent	<input checked="" type="checkbox"/>	Permanent Sum Gdj	-5296,54	0,57	121,78	5,35	-2993,58	-0,66
		Variable Sum Qdi	-328,55	0,03	4,03	0,33	-185,01	-0,05
Quasi-permanent	<input checked="" type="checkbox"/>	Permanent Sum Gdj	-5296,54	0,57	121,78	5,35	-2993,58	-0,66
		Variable Sum Qdi	-281,73	0,03	3,43	0,28	-158,57	-0,04

Load type	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Primary effects of prestressing	-9438,05	0,00	-132,94	0,00	5596,96	0,00
Secondary effects of prestressing	8630,95	-0,52	119,14	-5,69	-4826,22	1,55
Effect of prestressing	-807,10	-0,52	-13,80	-5,69	770,73	1,55



Para cada combinación hace un balance de los esfuerzos primarios y secundarios, valorando el efecto del pretensado sobre la sección.

### 12.4.9 Comprobación de las Secciones Armadas

Se van a estudiar las siguientes secciones en función de la longitud, ya que son representativas de los distintos casos a los que está sometida la viga:

- L=0,50m
- L=13,50 m
- L=24,00 m

El programa establece los siguientes pasos para la comprobación:

1. General. Se muestra la sección detallada con su armado correspondiente, sí como un resumen del cumplimiento de todas las comprobaciones.

2. Estados límites últimos.
  - a. Agotamiento del axil, flector y torsor último. Se muestra el % del esfuerzo último en comparación con el de diseño.
  - b. Cortante.
  - c. Torsor.
  - d. Interacción entre flector, cortante y torsor.
3. Estados límites de servicio.
  - a. Limitación de tensiones.
  - b. Fisuración
  - c. Rotura frágil

Se analizarán estos puntos en las distintas tensiones y se comentará lo más significativo.

Sección L=0,50 m. (Fig.233)

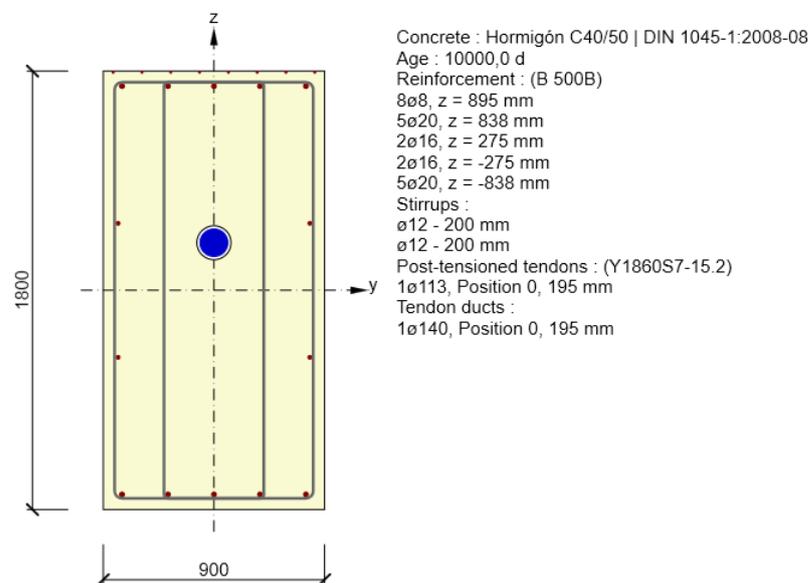


Fig.233. Sección L= 0,50 m

1.- General. La sección cumple con todos los requisitos necesarios por normativa de forma amplia salvo en la limitación de la tensión admisible, cercana al máximo.

Governing type of check	N <sub>Ed</sub> [ kN ]	M <sub>Ed,y</sub> [ kNm ]	M <sub>Ed,z</sub> [ kNm ]	V <sub>Ed</sub> [ kN ]	T <sub>Ed</sub> [ kNm ]	Value [ % ]	Check
Stress Limitation	-6305,44	-3269,81	-7,22			82,41	OK
Type of check	N <sub>Ed</sub> [ kN ]	M <sub>Ed,y</sub> [ kNm ]	M <sub>Ed,z</sub> [ kNm ]	V <sub>Ed</sub> [ kN ]	T <sub>Ed</sub> [ kNm ]	Value [ % ]	Check
Capacity N-M-M	1943,98	-2465,95	-8,34			47,03	OK
Shear	-6848,43			-261,77	7,16	18,13	OK
Torsion					7,16	0,81	OK
Interaction	-6848,43	-3319,82	-8,34	-261,77	7,16	75,62	OK
Stress Limitation	-6305,44	-3269,81	-7,22			82,41	OK
Crack Width	-6717,21	-3581,30	-7,55			0,00	OK
Brittle Failure	-6242,67	-3269,23	-7,14			0,00	OK

2.- Estados límites últimos.

- a. Agotamiento del axil, flector y torsor último. (Fig.234) En el siguiente diagrama se muestra que los esfuerzos estudiados se encuentran dentro del límite previsto.

### Capacity N-M-M

Results presented for combination : Fundamental ULS

N Ed [ kN ]	M Ed,y [ kNm ]	M Ed,z [ kNm ]	Type	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
1943,98	-2465,95	-8,34	Nu-Mu-Mu	47,03	100,00	OK

Design resistance of css subjected to bending and axial force

Type	F Ed	F Rd1	F Rd2
N [ kN ]	1943,98	4133,31	-7954,64
M y [ kNm ]	-2465,95	-5243,10	10090,47
M z [ kNm ]	-8,34	-17,74	34,14

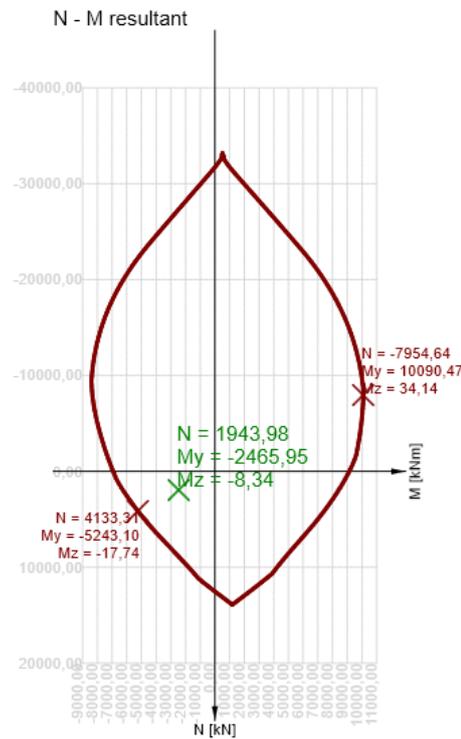


Fig.234. Esquema axil momento sección 0,5 m

- b. Cortante. El cortante es absorbido por el hormigón, colocándose los cercos según los requisitos de diseño de vigas de la EHE.

Results presented for combination : Fundamental ULS

V Ed [ kN ]	N Ed [ kN ]	Clause	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
261,77	-6848,43	6.2.2(1)	18,13	100,00	OK

Design and resistance shear forces

V Ed [ kN ]	V Rd,c [ kN ]	V Rd,max [ kN ]	V Rd,r [ kN ]	V Rd,s [ kN ]	V Rd [ kN ]
261,77	1443,53	8622,50	8449,07	1153,60	1443,53

Input values and intermediate results of shear design

n c	a sw [ mm <sup>2</sup> /m ]	A sl [ mm <sup>2</sup> ]	b w [ mm ]	d [ mm ]	z [ mm ]	θ [ ° ]	α [ ° ]	α cw [ - ]
4	2252	1571	834	1773	1281	45,0	90,0	1,19
C Rd,c [ - ]	k [ - ]	k 1 [ - ]	ρ l [ - ]	σ cp [ MPa ]	σ wd [ MPa ]	v min [ MPa ]	v [ - ]	v l [ - ]
0,12	1,34	0,15	0,00	4,23	97,80	0,34	0,50	0,60

- c. Torsor. (Fig.235) Al igual que el cortante, el momento torsor se cumple de manera holgada. El programa determina gráficamente la sección actuante a torsión, así como los valores de cálculo, en torno a un 9% del rendimiento total.

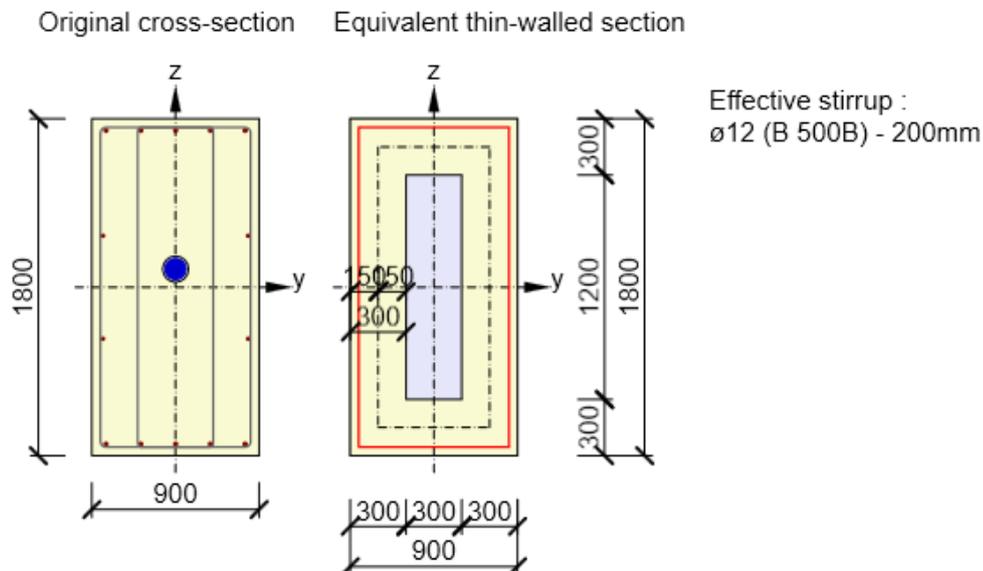


Fig.235. Sección equivalente para torsión. Sección L=0,50 m

Results presented for combination : Fundamental ULS

T Ed [ kNm ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
7,16	0,81	100,00	OK

Design and resistance torsional moments

T Ed [ kNm ]	T Rd,c [ kNm ]	T Rd,max [ kNm ]	T Rd,s [ kNm ]	T Rd [ kNm ]
7,16	884,22	3659,75	442,55	884,22

Input values and intermediate results of torsion design

A k [ mm <sup>2</sup> ]	u k [ mm ]	t eff [ mm ]	a sw [ mm <sup>2</sup> /m ]	A sl [ mm <sup>2</sup> ]	A sp [ mm <sup>2</sup> ]
900000	4200	300	565	3946	7645

- d. Interacción entre los distintos esfuerzos. En la siguiente tabla se exponen los resultados de las interacciones. En primer lugar se establecen los valores de cálculo para la combinación más desfavorable para el ELU. Después se analiza la interacción del cortante con el torsor en el hormigón, que no agota la sección, la interacción de estos con el flector para las tensiones normales, que supone el 75% de la capacidad de la armadura.

Results presented for combination : Fundamental ULS

N Ed [ kN ]	M Ed,y [ kNm ]	M Ed,z [ kNm ]	V Ed [ kN ]	T Ed [ kNm ]	Value V+T [ % ]	Value V+T+M [ % ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
-6848,43	-3319,82	-8,34	261,77	7,16	18,94	75,62	75,62	100,00	OK

Interaction check of shear and torsion (concrete)

V Rd,c [ kN ]	T Rd,c [ kNm ]	V Rd,max [ kN ]	T Rd,max [ kNm ]	Eq. 6.31 [ % ]	Eq. 6.29 [ % ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
1443,53	884,22	8622,50	3659,75	18,94	3,23	18,94	100,00	OK

Interaction check of shear, torsion, bending and normal force

$\Delta F_{td,s}$ [ kN ]	$\Delta F_{td,t}$ [ kN ]	$\Delta F_{td}$ [ kN ]	$\Delta \epsilon_s$ [ 1e-4 ]	$\Delta \epsilon_t$ [ 1e-4 ]	Extreme bar	in Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
261,77	16,70	278,47	1,1	0,1	10	75,62	100,00	OK

Detailed check of reinforcement

Bar	y <sub>i</sub> [ mm ]	z <sub>i</sub> [ mm ]	$\Delta \epsilon$ [ 1e-4 ]	$\epsilon$ [ 1e-4 ]	$\epsilon_{lim}$ [ 1e-4 ]	$\Delta \sigma$ [ MPa ]	$\sigma$ [ MPa ]	$\sigma_{lim}$ [ MPa ]	Value [ % ]	Check
10	374	-838	1,2	3,1	5000,0	24,43	61,57	434,78	14,16	OK

Detailed check of prestressing reinforcement

Tendo n	y <sub>i</sub> [ mm ]	z <sub>i</sub> [ mm ]	$\Delta \epsilon$ [ 1e-4 ]	$\epsilon$ [ 1e-4 ]	$\epsilon_{lim}$ [ 1e-4 ]	$\Delta \epsilon$ [ MPa ]	$\sigma$ [ MPa ]	$\sigma_{lim}$ [ MPa ]	Value [ % ]	Check
1	0	97	1,2	61,8	315,0	23,82	1204,71	1593,21	75,62	OK

2.- Estados límites de servicio.

El resumen general de este estado límite es el siguiente:

Governing type of check	N Ed [ kN ]	M Ed,y [ kNm ]	M Ed,z [ kNm ]	V Ed [ kN ]	T Ed [ kNm ]	Value [ % ]	Check
Stress Limitation	-6305,44	-3269,81	-7,22			82,41	OK

Type of check	N Ed [ kN ]	M Ed,y [ kNm ]	M Ed,z [ kNm ]	V Ed [ kN ]	T Ed [ kNm ]	Value [ % ]	Check
Stress Limitation	-6305,44	-3269,81	-7,22			82,41	OK
Crack Width	-6717,21	-3581,30	-7,55			0,00	OK
Brittle Failure	-6242,67	-3269,23	-7,14			0,00	OK

a. Limitación de Tensiones (Fig.236)

Se comprueba que la sección no presenta fisura al ser inferior al límite del hormigón a flexotracción. El programa presenta una imagen en 3D la composición de esfuerzos y el diagrama tensión-deformación aplicado a cada sección.

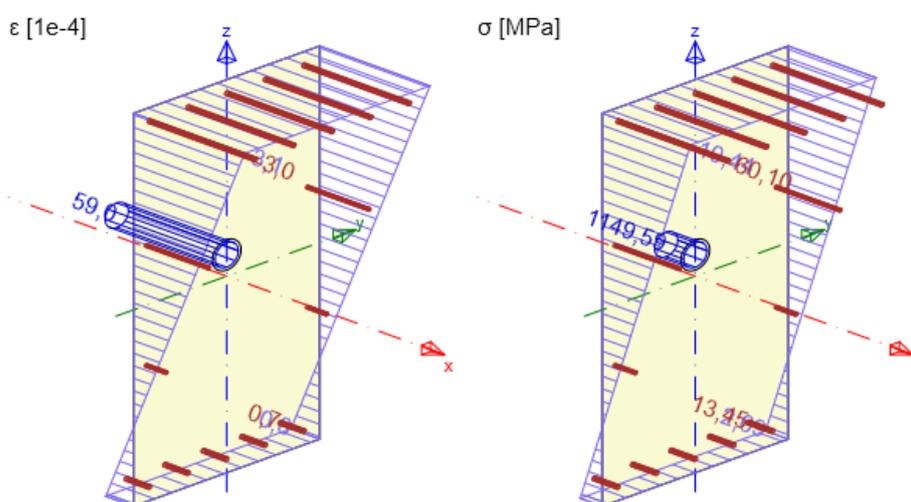


Fig.236. Esquema tensión y deformación sección L=0,50m

En la siguiente imagen está selecciona la combinación más desfavorable sobre la cual se obtiene que el ratio de tensión es del 83%. Después se comprueba

específicamente que no se supera la tensión del hormigón, del acero y del pretensado.

Por último se selecciona la fibra más desfavorable para cada combinación. Esta fibra es uno de los vértices interiores, y se puede comprobar como la sección no está fisurada.

Stress limitation						
Type of check	Component type	Index	Value [%]	Limit [%]	Check	
7.2(5)-Char	Tendon	1	82,41	100,00	OK	

Detailed check of concrete										
Type of check	Fibre	y <sub>i</sub> [mm]	z <sub>i</sub> [mm]	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	σ [MPa]	σ <sub>lim</sub> [MPa]	Value [%]	Check
7.2(3)-Quasi	4	-450	900	-6231,11	-3269,09	-7,13	-10,40	-18,00	57,76	OK
7.2(3)-Quasi,sup	4	-450	900	-6705,65	-3581,16	-7,54	-11,32	-18,00	62,88	OK
7.2(3)-Quasi,inf	4	-450	900	-5756,56	-2957,02	-6,72	-9,47	-18,00	52,63	OK

Detailed check of reinforcement										
Type of check	Bar	y <sub>i</sub> [mm]	z <sub>i</sub> [mm]	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	σ [MPa]	σ <sub>lim</sub> [MPa]	Value [%]	Check
7.2(5)-Char	10	374	-838	-6305,44	-3269,81	-7,22	13,45	400,00	3,36	OK
7.2(5)-Char,sup	10	374	-838	-6779,98	-3581,88	-7,63	15,18	400,00	3,79	OK
7.2(5)-Char,inf	10	374	-838	-5830,90	-2957,74	-6,81	11,72	400,00	2,93	OK

Detailed check of prestressing reinforcement										
Type of check	Tendon	y <sub>i</sub> [mm]	z <sub>i</sub> [mm]	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	σ [MPa]	σ <sub>lim</sub> [MPa]	Value [%]	Check
7.2(5)-Char	1	0	97	-6305,44	-3269,81	-7,22	1149,59	1395,00	82,41	OK

Governing fibre for determination of cracked cross-section										
Type of check	Concret e fibre	y <sub>i</sub> [mm]	z <sub>i</sub> [mm]	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]	σ [MPa]	σ <sub>lim</sub> [MPa]	Value [%]	State of section
7.2(5)-Char	2	450	-900	-6305,44	-3269,81	-7,22	2,69	3,51	76,67	uncracked
7.2(5)-Char,sup	2	450	-900	-6779,98	-3581,88	-7,63	3,02	3,51	86,09	uncracked
7.2(5)-Char,inf	2	450	-900	-5830,90	-2957,74	-6,81	2,36	3,51	67,25	uncracked
7.2(3)-Quasi	2	450	-900	-6231,11	-3269,09	-7,13	2,73	3,51	77,89	uncracked
7.2(3)-Quasi,sup	2	450	-900	-6705,65	-3581,16	-7,54	3,06	3,51	87,31	uncracked
7.2(3)-Quasi,inf	2	450	-900	-5756,56	-2957,02	-6,72	2,40	3,51	68,47	uncracked

b. Límite de fisuración. (Fig.237)

Se comprueba que la sección no presenta fisura al ser inferior al límite del hormigón a flexotracción. El programa ofrece también un gráfico 3D donde se muestran los principales valores.

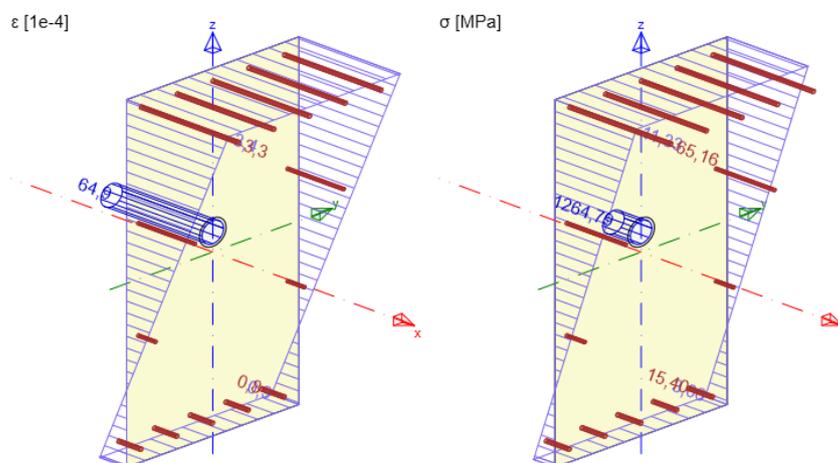


Fig.237. Tensiones a flexotracción sección L=0,50m

Anexo a este esquema se presenta una tabla, donde se concluye la afirmación por la que la sección de hormigón no fisura

Combination N	M <sub>y</sub> [ kNm ]	M <sub>z</sub> [ kNm ]	w <sub>k</sub> [ mm ]	w <sub>lim</sub> [ mm ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check	
Freq,sup	-6717,21	-3581,30	-7,55	0,000	0,200	0,00	100,00	OK

Result of crack width calculation for combinations including rsup, rinf (5.10.9)

Combination N	M <sub>y</sub> [ kNm ]	M <sub>z</sub> [ kNm ]	Value <sub>calc</sub>	Value <sub>lim</sub>	Value [ % ]	Limit [ % ]	Type of check	Check	
Freq,inf	-5768,13	-2957,16	-6,73	0,000	0,200	0,00	100,00	CW,CNA	OK
Freq,sup	-6717,21	-3581,30	-7,55	0,000	0,200	0,00	100,00	CW,CNA	OK

c. Rotura Frágil.

Al no superar el límite a flexotracción no se produce rotura frágil.

N <sub>Ed</sub> [ kN ]	M <sub>Ed,y</sub> [ kNm ]	M <sub>Ed,z</sub> [ kNm ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
-6242,67	-3269,23	-7,14	0,00	100,00	OK

Check according to EN 1992-2, 6.1(109a)

Type	N [ kN ]	M <sub>y</sub> [ kNm ]	M <sub>z</sub> [ kNm ]	σ <sub>ct</sub> [ MPa ]	f <sub>ctm</sub> [ MPa ]
Forces	-1427,59	-141,77	-3,03		
Resistance				-0,58	3,51

Input parameters for check according to EN 1992-2, 6.1(109a)

Type	N [ kN ]	M <sub>y</sub> [ kNm ]	M <sub>z</sub> [ kNm ]	A <sub>p</sub> [ mm <sup>2</sup> ]	Reduction Factor [ - ]
Original	-4815,08	-3127,46	-4,10	7645	
Reduced	0,00	0,00	0,00	0	0,00

Sección L=13,50 m. (Fig.238)

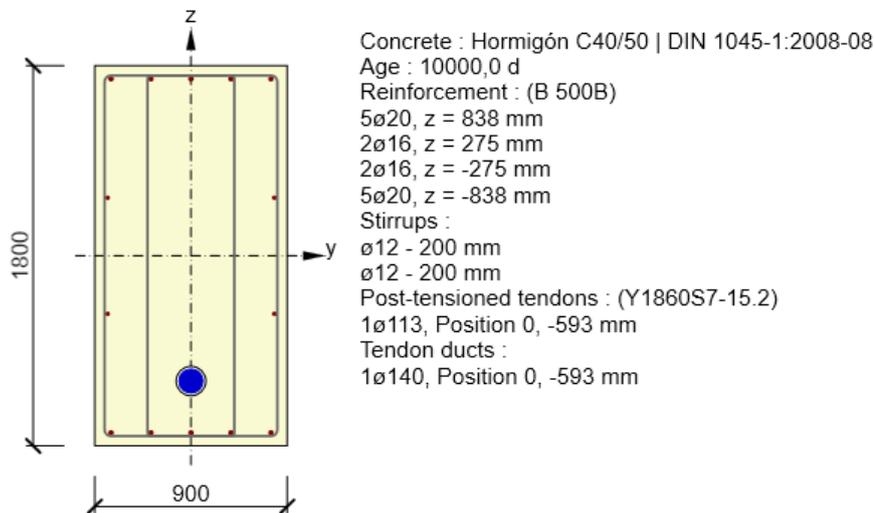


Fig.238. Sección L=13,50m

1.- General. La sección cumple con todos los requisitos necesarios por normativa de forma amplia salvo en la limitación de la tensión admisible, próxima a la mitad. Es sensiblemente inferior al ratio de la sección anterior.

Governing type of check	N <sub>Ed</sub> [ kN ]	M <sub>Ed,y</sub> [ kNm ]	M <sub>Ed,z</sub> [ kNm ]	V <sub>Ed</sub> [ kN ]	T <sub>Ed</sub> [ kNm ]	Value [ % ]	Check
Stress Limitation	-6690,23	-2553,22	0,80			88,53	OK
Type of check	N <sub>Ed</sub> [ kN ]	M <sub>Ed,y</sub> [ kNm ]	M <sub>Ed,z</sub> [ kNm ]	V <sub>Ed</sub> [ kN ]	T <sub>Ed</sub> [ kNm ]	Value [ % ]	Check
Capacity N-M-M	600,74	-9363,11	0,53			65,02	OK
Shear	-8837,31			-161,43	2,40	10,95	OK
Torsion					2,40	0,27	OK
Interaction	-8837,31	-3766,16	0,53	-161,43	2,40	79,48	OK
Stress Limitation	-6690,23	-2553,22	0,80			88,53	OK
Crack Width	-6351,57	-2484,87	0,69			0,00	OK
Brittle Failure	-6432,18	-2407,85	0,84			0,00	OK

## 2.- Estados límites últimos.

- a. Agotamiento del axil, flector y torsor último. (Fig.239) En el siguiente diagrama se muestra que los esfuerzos estudiados se encuentran dentro del límite previsto.

### Results presented for combination : Fundamental ULS

N <sub>Ed</sub> [ kN ]	M <sub>Ed,y</sub> [ kNm ]	M <sub>Ed,z</sub> [ kNm ]	Type	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
600,74	-9363,11	0,53	Nu-Mu-Mu	65,02	100,00	OK

### Design resistance of css subjected to bending and axial force

Type	F <sub>Ed</sub>	F <sub>Rd1</sub>	F <sub>Rd2</sub>
N [ kN ]	600,74	923,94	-142,54
M <sub>y</sub> [ kNm ]	-9363,11	-14400,45	2221,69
M <sub>z</sub> [ kNm ]	0,53	0,81	-0,12

### Nonconformity

No nonconformities
--------------------

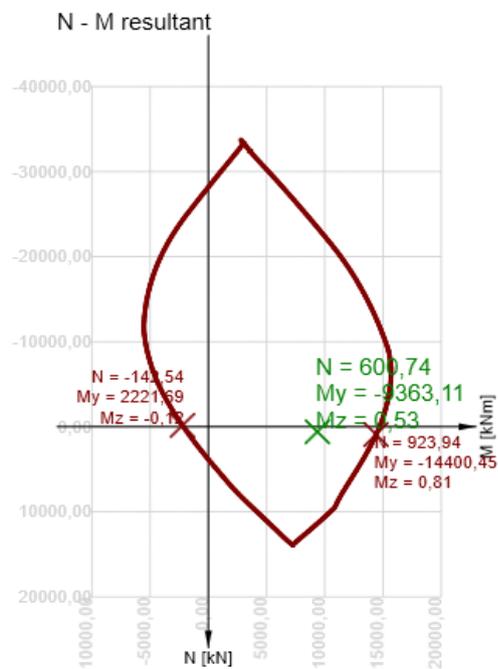


Fig.239. Esquema axil-momento sección L=13,50m

- b. Cortante. El cortante es absorbido por el hormigón, colocándose los cercos según los requisitos de diseño de vigas de la EHE.

Results presented for combination : Fundamental ULS

V <sub>Ed</sub> [ kN ]	N <sub>Ed</sub> [ kN ]	Clause	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
161,43	-8837,31	6.2.2(1)	10,95	100,00	OK

Design and resistance shear forces

V <sub>Ed</sub> [ kN ]	V <sub>Rd,c</sub> [ kN ]	V <sub>Rd,max</sub> [ kN ]	V <sub>Rd,r</sub> [ kN ]	V <sub>Rd,s</sub> [ kN ]	V <sub>Rd</sub> [ kN ]
161,43	1473,95	6941,85	7089,55	896,70	1473,95

Input values and intermediate results of shear design

n <sub>c</sub>	a <sub>sw</sub> [ mm <sup>2</sup> /m ]	A <sub>sl</sub> [ mm <sup>2</sup> ]	b <sub>w</sub> [ mm ]	d [ mm ]	z [ mm ]	θ [ ° ]	α [ ° ]	α <sub>cw</sub> [ - ]
4	2262	9216	830	1495	991	45,0	90,0	1,24

C <sub>Rd,c</sub> [ - ]	k [ - ]	k <sub>1</sub> [ - ]	ρ <sub>l</sub> [ - ]	σ <sub>cp</sub> [ MPa ]	σ <sub>wd</sub> [ MPa ]	v <sub>min</sub> [ MPa ]	v [ - ]	v <sub>l</sub> [ - ]
0,12	1,37	0,15	0,01	4,53	74,37	0,35	0,50	0,60

- c. Torsor. (Fig.240) Al igual que el cortante, el momento torsor se cumple de manera holgada. El programa determina gráficamente la sección actuante a torsión, así como los valores de cálculo, en torno a un 9% del rendimiento total.

Results presented for combination : Fundamental ULS

T <sub>Ed</sub> [ kNm ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
2,40	0,27	100,00	OK

Design and resistance torsional moments

T <sub>Ed</sub> [ kNm ]	T <sub>Rd,c</sub> [ kNm ]	T <sub>Rd,max</sub> [ kNm ]	T <sub>Rd,s</sub> [ kNm ]	T <sub>Rd</sub> [ kNm ]
2,40	884,22	3826,81	442,55	884,22

Input values and intermediate results of torsion design

A <sub>k</sub> [ mm <sup>2</sup> ]	u <sub>k</sub> [ mm ]	t <sub>eff</sub> [ mm ]	a <sub>sw</sub> [ mm <sup>2</sup> /m ]	A <sub>sl</sub> [ mm <sup>2</sup> ]	A <sub>sp</sub> [ mm <sup>2</sup> ]
900000	4200	300	565	3946	7645

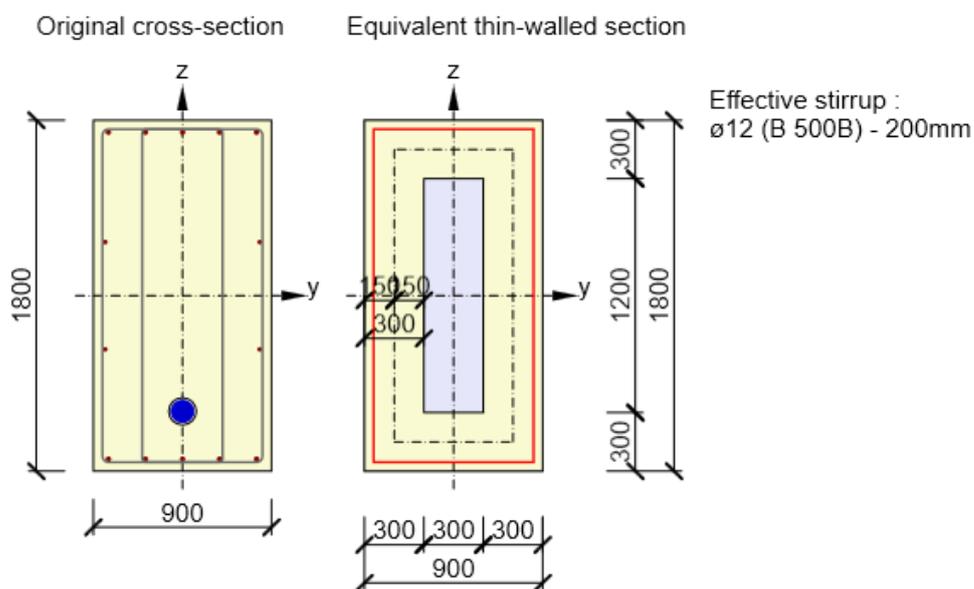


Fig.240. Sección equivalente para torsión. Sección L=13,50 m

- d. Interacción entre los distintos esfuerzos. En la siguiente tabla se exponen los resultados de las interacciones. En primer lugar se establecen los valores de cálculo para la combinación más desfavorable para el ELU. Después se analiza la interacción del cortante con el torsor en el hormigón, que no agota la sección, la interacción de estos con el flector para las tensiones normales, que supone el 80% de la capacidad de la armadura.

N Ed [ kN ]	M Edy [ kNm ]	M Edz [ kNm ]	V Ed [ kN ]	T Ed [ kNm ]	Value V+T [ % ]	Value V+T+M [ % ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
-8837,31	-3766,16	0,53	161,43	2,40	11,22	79,48	79,48	100,00	OK

**Interaction check of shear and torsion (concrete)**

V Rd,c [ kN ]	T Rd,c [ kNm ]	V Rd,max [ kN ]	T Rd,max [ kNm ]	Eq. 6.31 [ % ]	Eq. 6.29 [ % ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
1473,95	884,22	6941,85	3826,81	11,22	2,39	11,22	100,00	OK

**Interaction check of shear, torsion, bending and normal force**

$\Delta F_{td,s}$ [ kN ]	$\Delta F_{td,t}$ [ kN ]	$\Delta F_{td}$ [ kN ]	$\Delta \epsilon_s$ [ 1e-4 ]	$\Delta \epsilon_t$ [ 1e-4 ]	Extreme bar	in Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
161,43	5,60	167,03	0,7	0,0	6	79,48	100,00	OK

**Detailed check of reinforcement**

Bar	y <sub>i</sub> [ mm ]	z <sub>i</sub> [ mm ]	$\Delta \epsilon$ [ 1e-4 ]	$\epsilon$ [ 1e-4 ]	$\epsilon_{lim}$ [ 1e-4 ]	$\Delta \sigma$ [ MPa ]	$\sigma$ [ MPa ]	$\sigma_{lim}$ [ MPa ]	Value [ % ]	Check
6	-374	-838	0,7	2,0	5000,0	14,65	39,36	434,78	9,05	OK

**Detailed check of prestressing reinforcement**

Tendo n	y <sub>i</sub> [ mm ]	z <sub>i</sub> [ mm ]	$\Delta \epsilon$ [ 1e-4 ]	$\epsilon$ [ 1e-4 ]	$\epsilon_{lim}$ [ 1e-4 ]	$\Delta \epsilon$ [ MPa ]	$\sigma$ [ MPa ]	$\sigma_{lim}$ [ MPa ]	Value [ % ]	Check
1	0	-593	0,7	64,9	315,0	14,29	1266,29	1593,21	79,48	OK

2.- Estados límites de servicio.

El resumen general de este estado límite es el siguiente:

Governing type of check	N Ed [ kN ]	M Ed,y [ kNm ]	M Ed,z [ kNm ]	V Ed [ kN ]	T Ed [ kNm ]	Value [ % ]	Check
Stress Limitation	-6690,23	-2553,22	0,80			88,53	OK
Type of check	N Ed [ kN ]	M Ed,y [ kNm ]	M Ed,z [ kNm ]	V Ed [ kN ]	T Ed [ kNm ]	Value [ % ]	Check
Stress Limitation	-6690,23	-2553,22	0,80			88,53	OK
Crack Width	-6351,57	-2484,87	0,69			0,00	OK
Brittle Failure	-6432,18	-2407,85	0,84			0,00	OK

- a. Limitación de Tensiones (Fig.241)

Se comprueba que la sección no presenta fisura al ser inferior al límite del hormigón a flexotracción. El programa presenta una imagen en 3D la composición de esfuerzos y el diagrama tensión-deformación aplicado a cada sección.

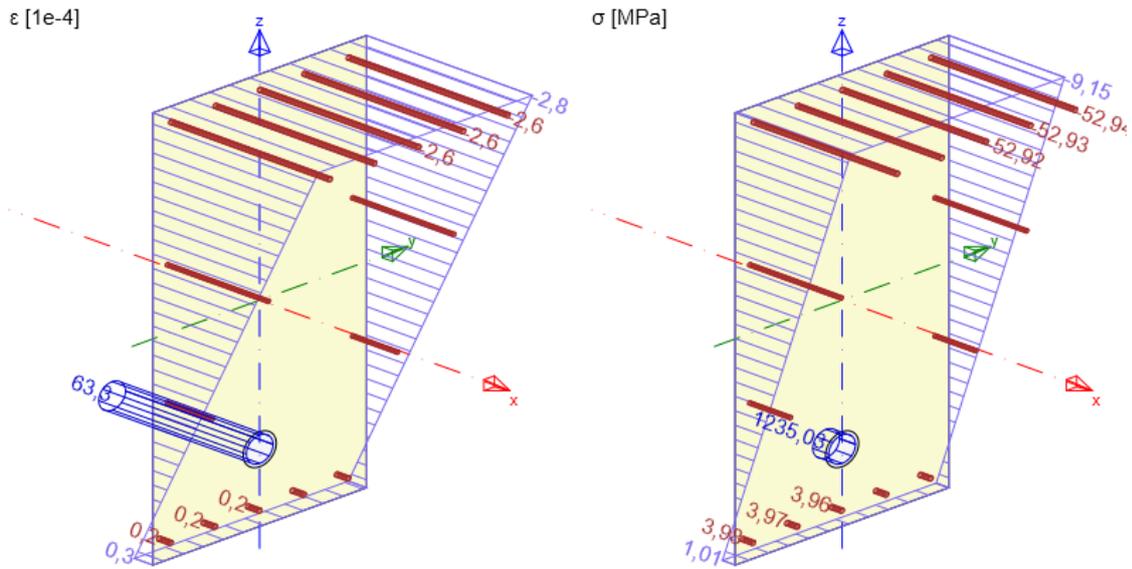


Fig.241. Esquema tensión y deformación sección L=13,50m

En la siguiente imagen está seleccionada la combinación más desfavorable sobre la cual se obtiene que el ratio de tensión es del 83%. Después se comprueba específicamente que no se supera la tensión del hormigón, del acero y del pretensado.

Por último se selecciona la fibra más desfavorable para cada combinación. Esta fibra es uno de los vértices interiores, y se puede comprobar como la sección no está fisurada.

Type of check	Component type	Index	Value [%]	Limit [%]	Check
7.2(5)-Char	Tendon	1	88,53	100,00	OK

**Detailed check of concrete**

Type of check	Fibre	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Value [%]	Check
7.2(3)-Quasi	3	450	900	-6385,37	-2381,42	0,85	-8,63	-18,00	47,92	OK
7.2(3)-Quasi,sup	3	450	900	-6465,98	-2304,40	1,00	-8,52	-18,00	47,34	OK
7.2(3)-Quasi,inf	3	450	900	-6304,75	-2458,43	0,69	-8,73	-18,00	48,51	OK

**Detailed check of reinforcement**

Type of check	Bar	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Value [%]	Check
7.2(5)-Char	6	-374	-838	-6690,23	-2553,22	0,80	3,98	400,00	0,99	OK
7.2(5)-Char,sup	6	-374	-838	-6770,85	-2476,20	0,96	2,80	400,00	0,70	OK
7.2(5)-Char,inf	6	-374	-838	-6609,61	-2630,24	0,65	5,15	400,00	1,29	OK

**Detailed check of prestressing reinforcement**

Type of check	Tendon	$y_i$ [mm]	$z_i$ [mm]	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Value [%]	Check
7.2(5)-Char	1	0	-593	-6690,23	-2553,22	0,80	1235,03	1395,00	88,53	OK

**Governing fibre for determination of cracked cross-section**

Type of check	Concret y i e fibre	$z_i$ [mm]	N [kN]	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$\sigma$ [MPa]	$\sigma_{lim}$ [MPa]	Value [%]	State of section	
7.2(5)-Char	1	-450	-900	-6690,23	-2553,22	0,80	1,01	3,51	28,81	uncracked
7.2(5)-Char,sup	1	-450	-900	-6770,85	-2476,20	0,96	0,80	3,51	22,93	uncracked
7.2(5)-Char,inf	1	-450	-900	-6609,61	-2630,24	0,65	1,22	3,51	34,70	uncracked
7.2(3)-Quasi	1	-450	-900	-6385,37	-2381,42	0,85	0,85	3,51	24,25	uncracked
7.2(3)-Quasi,sup	1	-450	-900	-6465,98	-2304,40	1,00	0,64	3,51	18,37	uncracked
7.2(3)-Quasi,inf	1	-450	-900	-6304,75	-2458,43	0,69	1,06	3,51	30,14	uncracked

**Nonconformity**

⚠ The limitation of compressive stresses (caused by SLS characteristic combination) is required only for structures exposed to environments of exposure classes XD, XF, and XS, see 7.2 (2)

b. Límite de fisuración. (Fig.242)

Se comprueba que la sección no presenta fisura al ser inferior al límite del hormigón a flexotracción. El programa ofrece también un gráfico 3D donde se muestran los principales valores.

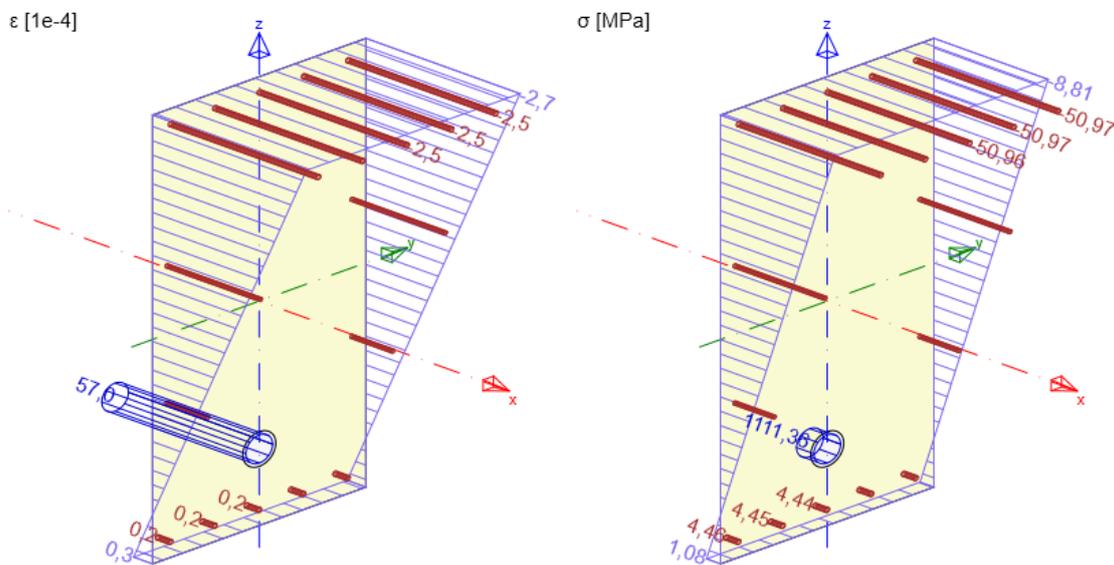


Fig.242. Tensiones a flexotracción sección L=13,50m

Anexo a este esquema se presenta una tabla, donde se concluye la afirmación por la que la sección de hormigón no fisura.

Combination N	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	$w_k$ [mm]	$w_{lim}$ [mm]	Value [%]	Limit [%]	Check	
Freq,inf	-6351,57	-2484,87	0,69	0,000	0,200	0,00	100,00	OK

**Result of crack width calculation for combinations including rsup, rinf (5.10.9)**

Combination N	$M_y$ [kNm]	$M_z$ [kNm]	Value calc	Value lim	Value [%]	Limit [%]	Type of check	Check	
Freq,inf	-6351,57	-2484,87	0,69	0,000	0,200	0,00	100,00	CW,CNA	OK
Freq,sup	-6512,80	-2330,83	0,99	0,000	0,200	0,00	100,00	CW,CNA	OK

**Nonconformity**

🟢 Cracks do not appear – effective tensile stress of concrete acc. to clause 7.1 (2) is not exceeded in most tensioned concrete fibres

c. Rotura Frágil.

Al no superar el límite a flexotracción no se produce rotura frágil.

N Ed [ kN ]	M Ed,y [ kNm ]	M Ed,z [ kNm ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
-6432,18	-2407,85	0,84	0,00	100,00	OK

Check according to EN 1992-2, 6.1(109a)

Type	N [ kN ]	M <sub>y</sub> [ kNm ]	M <sub>z</sub> [ kNm ]	σ <sub>ct</sub> [ MPa ]	f <sub>ctm</sub> [ MPa ]
Forces	-5625,08	-3178,58	-0,71		
Resistance				2,94	3,51

Input parameters for check according to EN 1992-2, 6.1(109a)

Type	N [ kN ]	M <sub>y</sub> [ kNm ]	M <sub>z</sub> [ kNm ]	A <sub>p</sub> [ mm <sup>2</sup> ]	Reduction Factor [ - ]
Original	-807,10	770,73	1,55	7645	
Reduced	0,00	0,00	0,00	0	0,00

Sección L=24,00 m. (Fig.243)

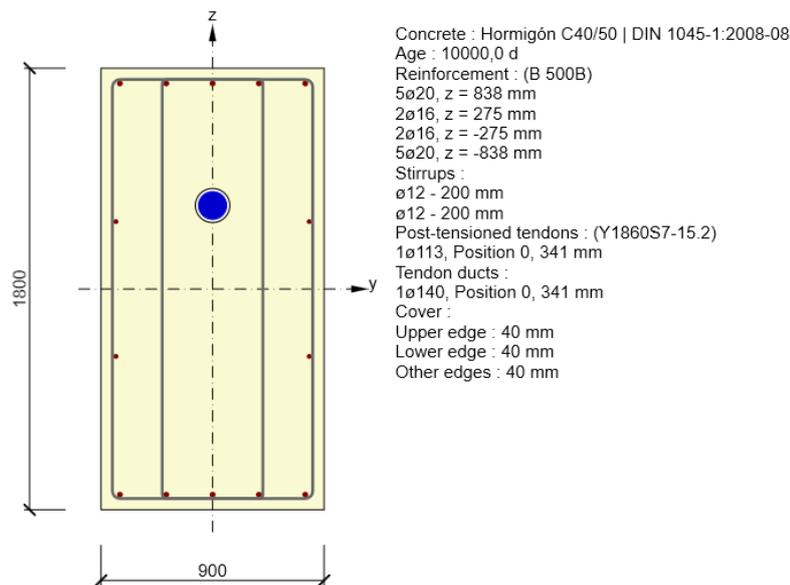


Fig.243. Sección L=24,00m

1.- General. La sección cumple con todos los requisitos necesarios por normativa de forma amplia salvo en la limitación de la tensión admisible, próxima a la mitad. Es similar al otro extremo. Es coherente con el diagrama de momentos y axiles de la estructura.

Governing type of check	N Ed [ kN ]	M Ed,y [ kNm ]	M Ed,z [ kNm ]	V Ed [ kN ]	T Ed [ kNm ]	Value [ % ]	Check
Stress Limitation	-5195,44	-1498,17	1,00			83,32	OK
Type of check	N Ed [ kN ]	M Ed,y [ kNm ]	M Ed,z [ kNm ]	V Ed [ kN ]	T Ed [ kNm ]	Value [ % ]	Check
Capacity N-M-M	4047,43	2069,14	1,31			34,51	OK
Shear	-4830,85			-678,75	7,11	51,35	OK
Torsion					7,11	0,80	OK
Interaction	-4830,85	-954,20	1,31	-678,75	7,11	79,10	OK
Stress Limitation	-5195,44	-1498,17	1,00			83,32	OK
Crack Width	-5847,31	-1859,60	0,94			0,00	OK
Brittle Failure	-5239,54	-1564,82	0,92			0,00	OK

2.- Estados límites últimos.

- a. Agotamiento del axil, flector y torsor último. (Fig.244) En el siguiente diagrama se muestra que los esfuerzos estudiados se encuentran dentro del límite previsto.

Results presented for combination : Fundamental ULS

N Ed [ kN ]	M Ed,y [ kNm ]	M Ed,z [ kNm ]	Type	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
4047,43	2069,14	1,31	Nu-Mu-Mu	34,51	100,00	OK

Design resistance of css subjected to bending and axial force

Type	F Ed	F Rd1	F Rd2
N [ kN ]	4047,43	11727,19	-12900,26
M y [ kNm ]	2069,14	5995,21	-6594,91
M z [ kNm ]	1,31	3,79	-4,17

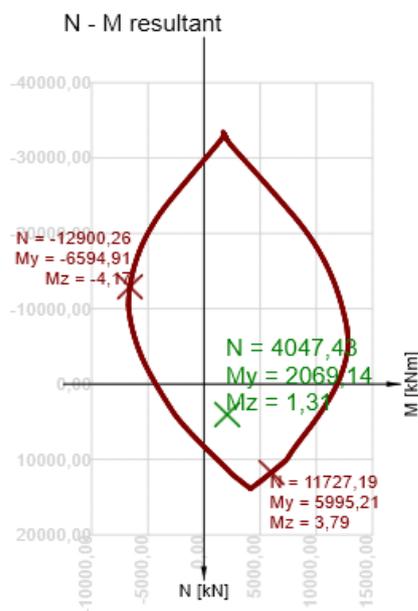


Fig.244. Esquema axil-momento sección L=24,00m

- b. Cortante. El cortante es absorbido por el hormigón, colocándose los cercos según los requisitos de diseño de vigas de la EHE.

V Ed [ kN ]	N Ed [ kN ]	Clause	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
678,75	-4830,85	6.2.3(3)	51,35	100,00	OK

Design and resistance shear forces

V Ed [ kN ]	V Rd,c [ kN ]	V Rd,max [ kN ]	V Rd,r [ kN ]	V Rd,s [ kN ]	V Rd [ kN ]
678,75	1071,37	9333,72	7698,65	1321,91	1321,91

Input values and intermediate results of shear design

n <sub>c</sub>	a <sub>sw</sub> [ mm <sup>2</sup> /m ]	A <sub>sl</sub> [ mm <sup>2</sup> ]	b <sub>w</sub> [ mm ]	d [ mm ]	z [ mm ]	θ [ ° ]	α [ ° ]	α <sub>cw</sub> [ - ]
4	2262	0	830	1623	1461	45,0	90,0	1,13
C <sub>Rd,c</sub> [ - ]	k [ - ]	k <sub>1</sub> [ - ]	ρ <sub>l</sub> [ - ]	σ <sub>cp</sub> [ MPa ]	σ <sub>wd</sub> [ MPa ]	v <sub>min</sub> [ MPa ]	v [ - ]	v <sub>l</sub> [ - ]
0,12	1,35	0,15	0,00	2,98	212,37	0,35	0,50	0,60

- c. Torsor. (Fig.245) Al igual que el cortante, el momento torsor se cumple de manera holgada. El programa determina gráficamente la sección actuante a torsión, así como los valores de cálculo, en torno a un 9% del rendimiento total.

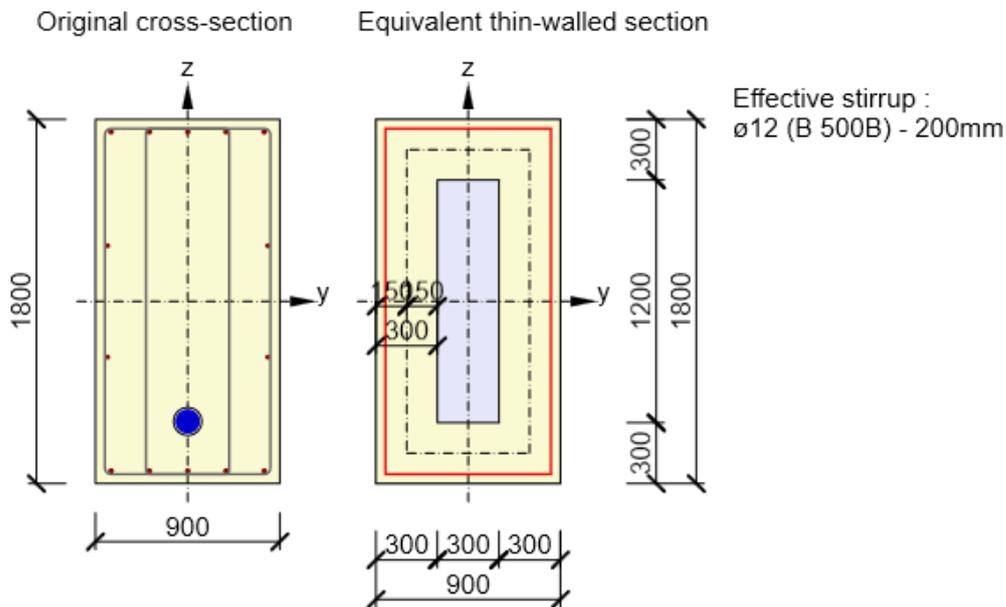


Fig.245. Sección equivalente para torsión. Sección L=24,00 m

Results presented for combination : Fundamental ULS

T Ed [ kNm ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
7,11	0,80	100,00	OK

Design and resistance torsional moments

T Ed [ kNm ]	T Rd,c [ kNm ]	T Rd,max [ kNm ]	T Rd,s [ kNm ]	T Rd [ kNm ]
7,11	884,22	3490,27	442,55	884,22

Input values and intermediate results of torsion design

A k [ mm2 ]	u k [ mm ]	t eff [ mm ]	a sw [ mm2/m ]	A sl [ mm2 ]	A sp [ mm2 ]
900000	4200	300	565	3946	7645

- d. Interacción entre los distintos esfuerzos. En la siguiente tabla se exponen los resultados de las interacciones. En primer lugar se establecen los valores de cálculo para la combinación más desfavorable para el ELU. Después se analiza la interacción del cortante con el torsor en el hormigón, que no agota la sección, la interacción de estos con el flector para las tensiones normales, que supone el 80% de la capacidad de la armadura.

Results presented for combination : Fundamental ULS

N Ed [ kN ]	M Edy [ kNm ]	M Edz [ kNm ]	V Ed [ kN ]	T Ed [ kNm ]	Value V+T [ % ]	Value V+T+M [ % ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
-4830,85	-954,20	1,31	678,75	7,11	48,84	79,10	79,10	100,00	OK

Interaction check of shear and torsion (concrete)

V Rd,c [ kN ]	T Rd,c [ kNm ]	V Rd,max [ kN ]	T Rd,max [ kNm ]	Eq. 6.31 [ % ]	Eq. 6.29 [ % ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
1071,37	884,22	9333,72	3490,27	64,16	7,48	64,16	100,00	OK

**Interaction check of shear, torsion, bending and normal force**

$\Delta F_{td,s}$ [ kN ]	$\Delta F_{td,t}$ [ kN ]	$\Delta F_{td}$ [ kN ]	$\Delta \epsilon_s$ [ 1e-4 ]	$\Delta \epsilon_t$ [ 1e-4 ]	Extreme bar	in Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
678,75	16,58	695,34	3,0	0,1	6	79,10	100,00	OK

**Detailed check of reinforcement**

Bar	$y_i$ [ mm ]	$z_i$ [ mm ]	$\Delta \epsilon$ [ 1e-4 ]	$\epsilon$ [ 1e-4 ]	$\epsilon_{lim}$ [ 1e-4 ]	$\Delta \sigma$ [ MPa ]	$\sigma$ [ MPa ]	$\sigma_{lim}$ [ MPa ]	Value [ % ]	Check
6	-374	-838	3,0	2,5	5000,0	61,00	50,78	434,78	11,68	OK

**Detailed check of prestressing reinforcement**

Tendo n	$y_i$ [ mm ]	$z_i$ [ mm ]	$\Delta \epsilon$ [ 1e-4 ]	$\epsilon$ [ 1e-4 ]	$\epsilon_{lim}$ [ 1e-4 ]	$\Delta \epsilon$ [ MPa ]	$\sigma$ [ MPa ]	$\sigma_{lim}$ [ MPa ]	Value [ % ]	Check
1	0	341	3,0	64,6	315,0	59,47	1260,28	1593,21	79,10	OK

**Nonconformity**

No nonconformities
--------------------

2.- Estados límites de servicio.

El resumen general de este estado límite es el siguiente:

Governing type of check	$N_{Ed}$ [ kN ]	$M_{Ed,y}$ [ kNm ]	$M_{Ed,z}$ [ kNm ]	$V_{Ed}$ [ kN ]	$T_{Ed}$ [ kNm ]	Value [ % ]	Check
Stress Limitation	-5195,44	-1498,17	1,00			83,32	OK

Type of check	$N_{Ed}$ [ kN ]	$M_{Ed,y}$ [ kNm ]	$M_{Ed,z}$ [ kNm ]	$V_{Ed}$ [ kN ]	$T_{Ed}$ [ kNm ]	Value [ % ]	Check
Stress Limitation	-5195,44	-1498,17	1,00			83,32	OK
Crack Width	-5847,31	-1859,60	0,94			0,00	OK
Brittle Failure	-5239,54	-1564,82	0,92			0,00	OK

d. Limitación de Tensiones (Fig.246)

Se comprueba que la sección no presenta fisura al ser inferior al límite del hormigón a flexotracción. El programa presenta una imagen en 3D la composición de esfuerzos y el diagrama tensión-deformación aplicado a cada sección.

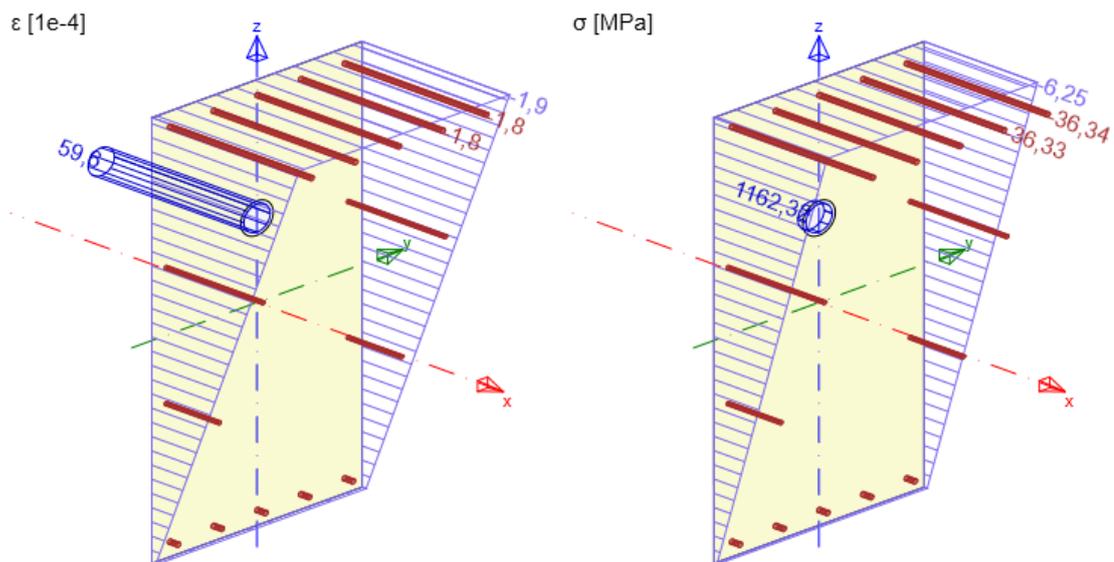


Fig.246. Esquema tensión y deformación sección L=24,00m

En la siguiente imagen está seleccionada la combinación más desfavorable sobre la cual se obtiene que el ratio de tensión es del 83%. Después se comprueba específicamente que no se supera la tensión del hormigón, del acero y del pretensado.

Por último se selecciona la fibra más desfavorable para cada combinación. Esta fibra es uno de los vértices interiores, y se puede comprobar como la sección no está fisurada.

**cross combination**

Type of check	Component type	Index	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
7.2(5)-Char	Tendon	1	83,32	100,00	OK

**Detailed check of concrete**

Type of check	Fibre	y <sub>i</sub> [ mm ]	z <sub>i</sub> [ mm ]	N [ kN ]	M <sub>y</sub> [ kNm ]	M <sub>z</sub> [ kNm ]	σ [ MPa ]	σ <sub>lim</sub> [ MPa ]	Value [ % ]	Check
7.2(3)-Quasi	3	450	900	-5247,82	-1577,07	0,91	-6,44	-18,00	35,75	OK
7.2(3)-Quasi,sup	3	450	900	-5855,59	-1871,85	0,92	-7,42	-18,00	41,22	OK
7.2(3)-Quasi,inf	3	450	900	-4640,05	-1282,29	0,89	-5,45	-18,00	30,28	OK

**Detailed check of prestressing reinforcement**

Type of check	Tendon	y <sub>i</sub> [ mm ]	z <sub>i</sub> [ mm ]	N [ kN ]	M <sub>y</sub> [ kNm ]	M <sub>z</sub> [ kNm ]	σ [ MPa ]	σ <sub>lim</sub> [ MPa ]	Value [ % ]	Check
7.2(5)-Char	1	0	341	-5195,44	-1498,17	1,00	1162,32	1395,00	83,32	OK

**Governing fibre for determination of cracked cross-section**

Type of check	Concrete fibre	y <sub>i</sub> [ mm ]	z <sub>i</sub> [ mm ]	N [ kN ]	M <sub>y</sub> [ kNm ]	M <sub>z</sub> [ kNm ]	σ [ MPa ]	σ <sub>lim</sub> [ MPa ]	Value [ % ]	State of section
7.2(2)-Char,sup	1	-450	-900	-5803,21	-1792,95	1,02	0,06	3,51	1,65	uncracked
7.2(3)-Quasi,sup	1	-450	-900	-5855,59	-1871,85	0,92	0,18	3,51	5,25	uncracked

e. Límite de fisuración. (Fig.247)

Se comprueba que la sección no presenta fisura al ser inferior al límite del hormigón a flexotracción. El programa ofrece también un gráfico 3D donde se muestran los principales valores.

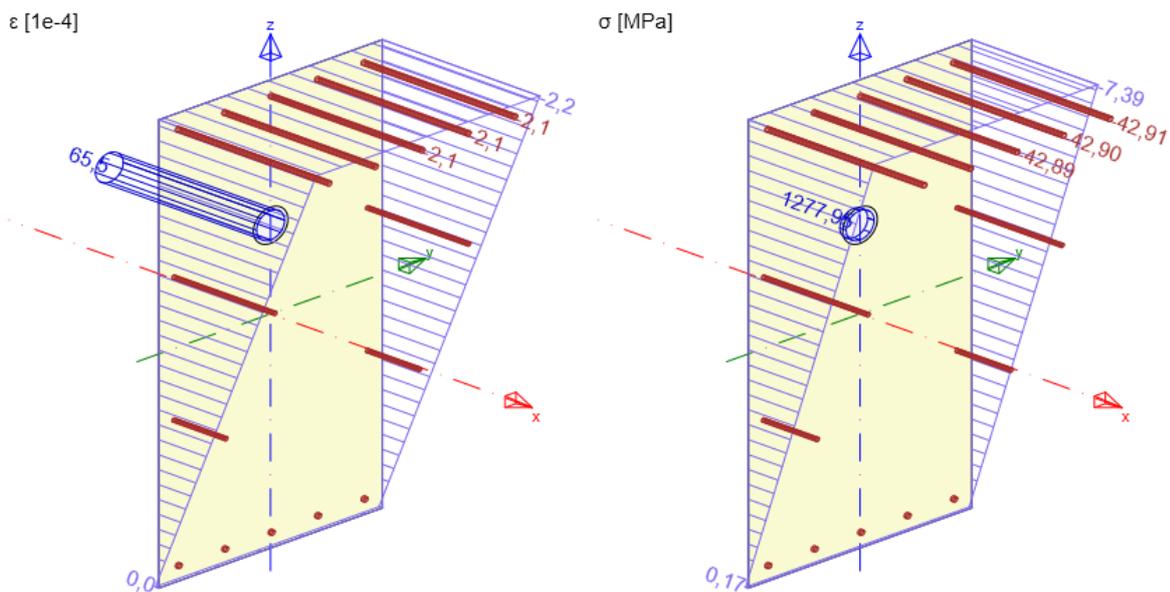


Fig.247. Tensiones a flexotracción sección L=24,00m

Anexo a este esquema se presenta una tabla, donde se concluye la afirmación por la que la sección de hormigón no fisura.

Combination	N [ kN ]	M <sub>y</sub> [ kNm ]	M <sub>z</sub> [ kNm ]	w <sub>k</sub> [ mm ]	w <sub>lim</sub> [ mm ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
Freq,sup	-5847,31	-1859,60	0,94	0,000	0,200	0,00	100,00	OK

Result of crack width calculation for combinations including rsup, rinf (5.10.9)

Combination	N [ kN ]	M <sub>y</sub> [ kNm ]	M <sub>z</sub> [ kNm ]	Value calc	Value lim	Value [ % ]	Limit [ % ]	Type of check	Check
Freq,inf	-4631,77	-1270,04	0,90	0,000	0,200	0,00	100,00	CW,CNA	OK
Freq,sup	-5847,31	-1859,60	0,94	0,000	0,200	0,00	100,00	CW,CNA	OK

f. Rotura Frágil.

Al no superar el límite a flexotracción no se produce rotura frágil.

N <sub>Ed</sub> [ kN ]	M <sub>Ed,y</sub> [ kNm ]	M <sub>Ed,z</sub> [ kNm ]	Value [ % ]	Limit [ % ]	Check
-5239,54	-1564,82	0,92	0,00	100,00	OK

Check according to EN 1992-2, 6.1(109a)

Type	N [ kN ]	M <sub>y</sub> [ kNm ]	M <sub>z</sub> [ kNm ]	σ <sub>ct</sub> [ MPa ]	f <sub>ctm</sub> [ MPa ]
Forces	954,78	1422,69	0,73		
Resistance				3,45	3,51

Input parameters for check according to EN 1992-2, 6.1(109a)

Type	N [ kN ]	M <sub>y</sub> [ kNm ]	M <sub>z</sub> [ kNm ]	A <sub>p</sub> [ mm <sup>2</sup> ]	Reduction Factor [ - ]
Original	-6194,32	-2987,52	0,18	7645	
Reduced	0,00	0,00	0,00	0	0,00

## 12.5 Conclusión

El armado de las vigas pretensadas ha sido bastante complejo por la cantidad de pruebas realizadas. El estudio del trazado de los tendones, así como la multitud de trazados probados han concluido que los momentos hiperestáticos que se producen en la estructura condicionan de una manera radical el comportamiento de la misma.

Finalmente se ha optado por un trazado sencillo y común que permita una transmisión de axiles mucho más directa, para así poder contrarrestar los momentos producidos por las cargas permanentes. Se ha desistido de intentar compensar los momentos tendiéndolos a cero por los momentos secundarios como se ha comentado, por lo que se incrementó el número de cordones de 37 (calculados en el predimensionamiento) a 55 para aumentar el axil y que sea predominante frente a la flexión. De esta forma se consigue que la mayor parte de la sección esté a compresión y evitar la aparición de fisuras por tracción.

El armado tipo de la sección de viga pretensada se muestra en la Fig.248.

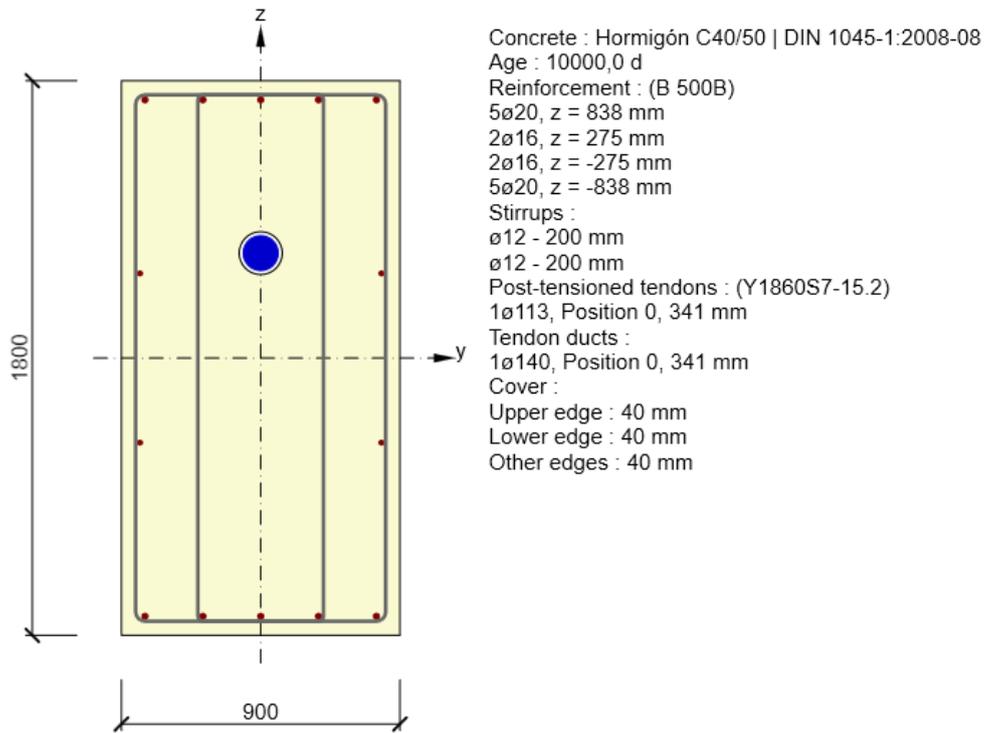


Fig.248. Sección final viga pretensada

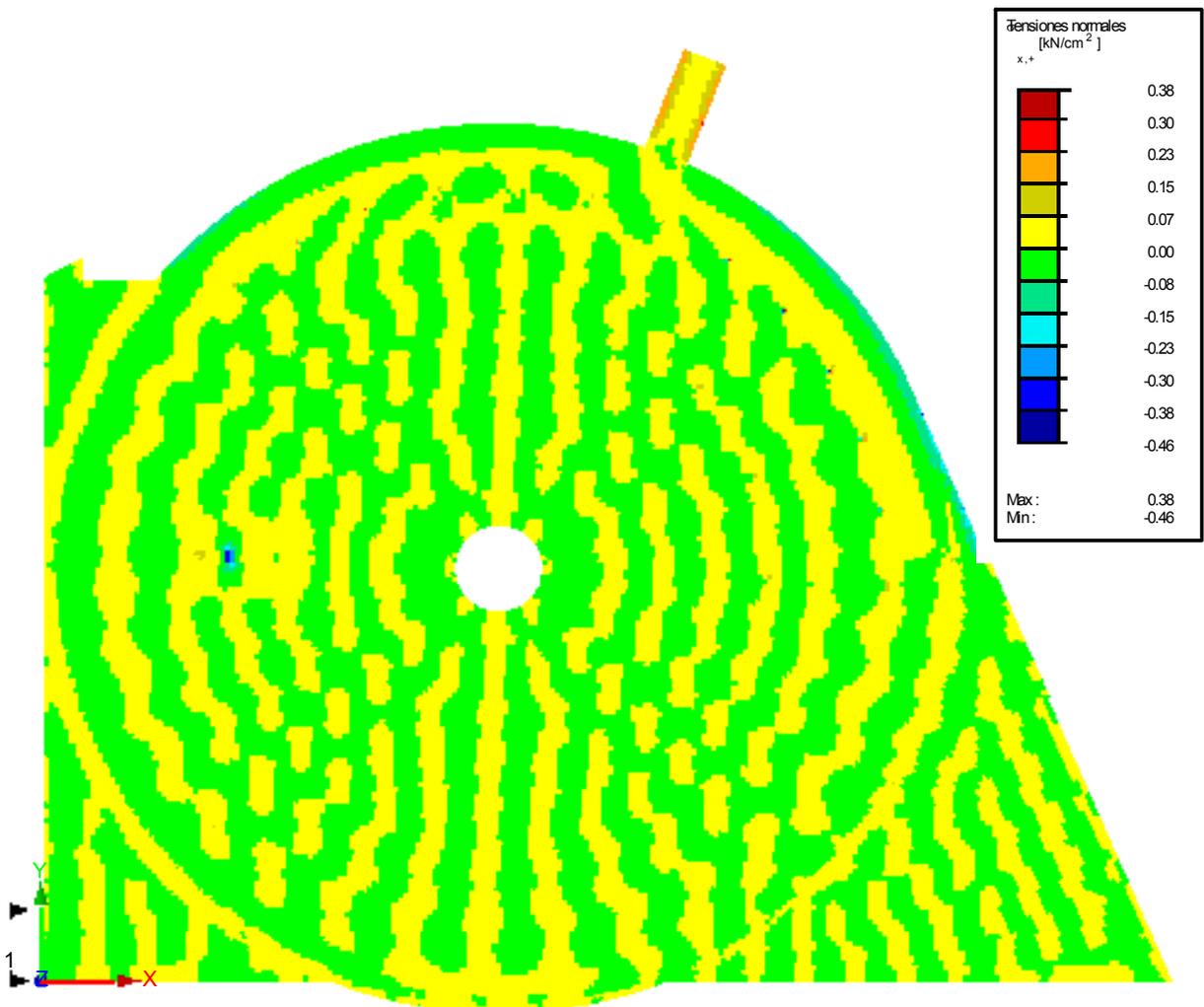
# 13 Resultados

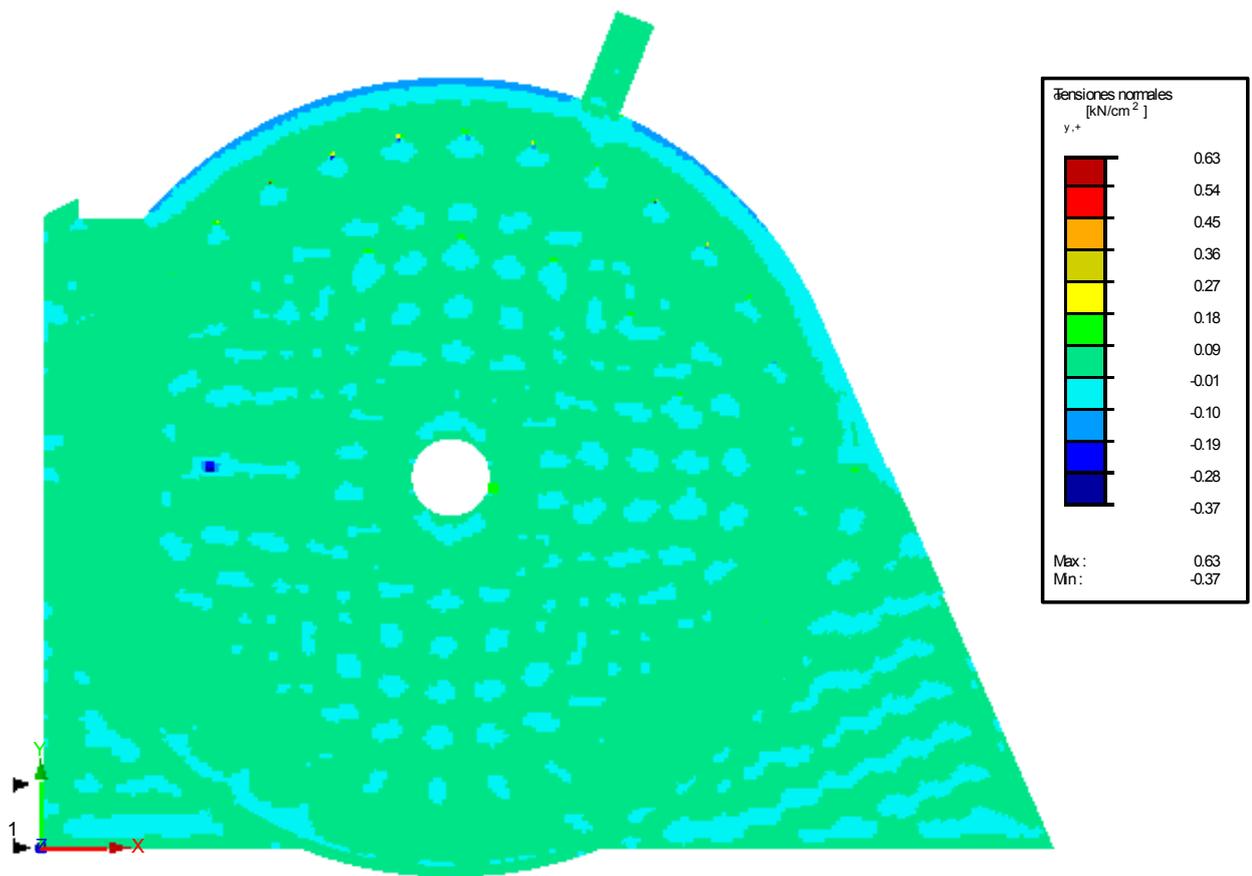
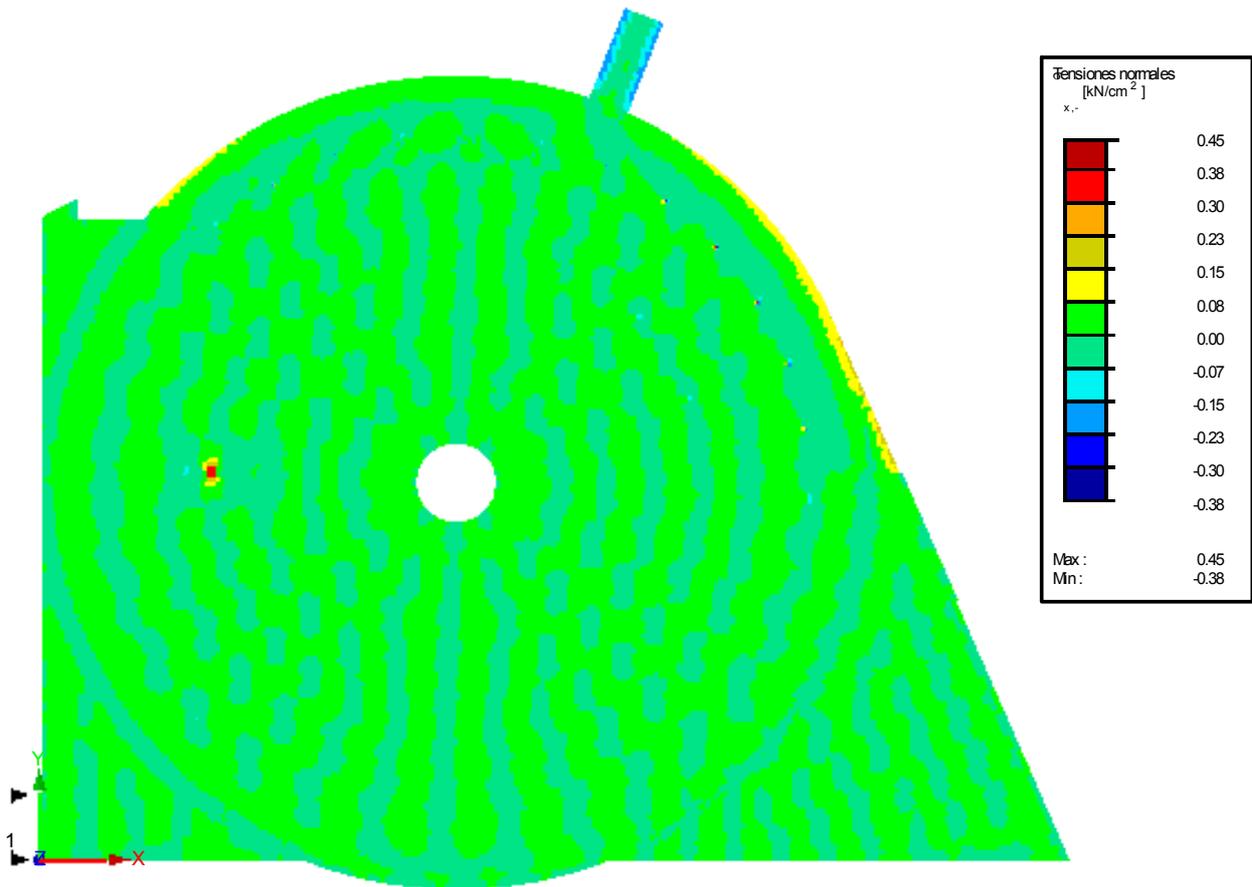
En este apartado se analizan las tensiones que se dan en las distintas superficies, tanto normales como tangenciales, y los consiguientes armados derivados de dichas tensiones.

## 13.1 Tensiones

### 13.1.1 Planta Sótano -4.

Tensiones Normales  $\sigma_{x+}$ ,  $\sigma_{x-}$ ,  $\sigma_{y+}$  y  $\sigma_{y-}$ .





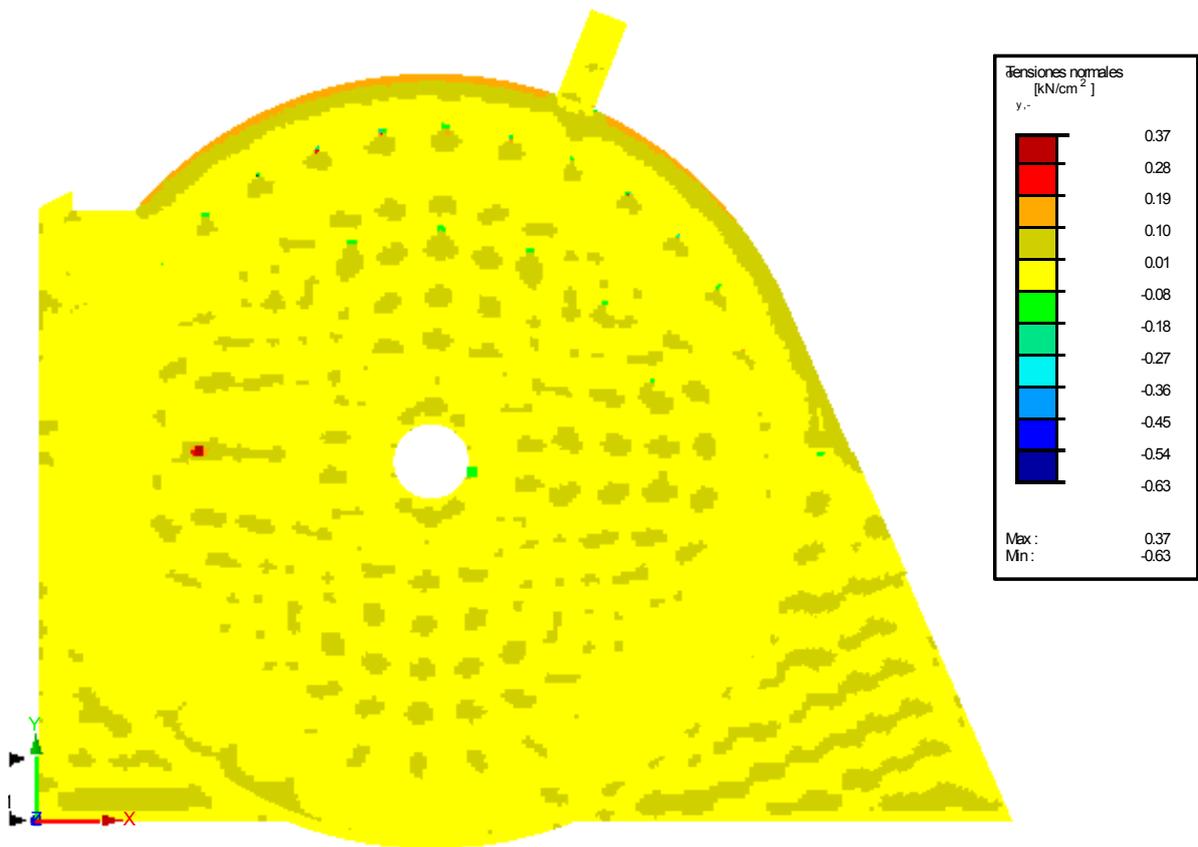


Fig.252. Planta sótano -4.  $\sigma_{y-}$ .

Tensiones tangenciales  $\tau_{xy+}$ ,  $\tau_{xy-}$

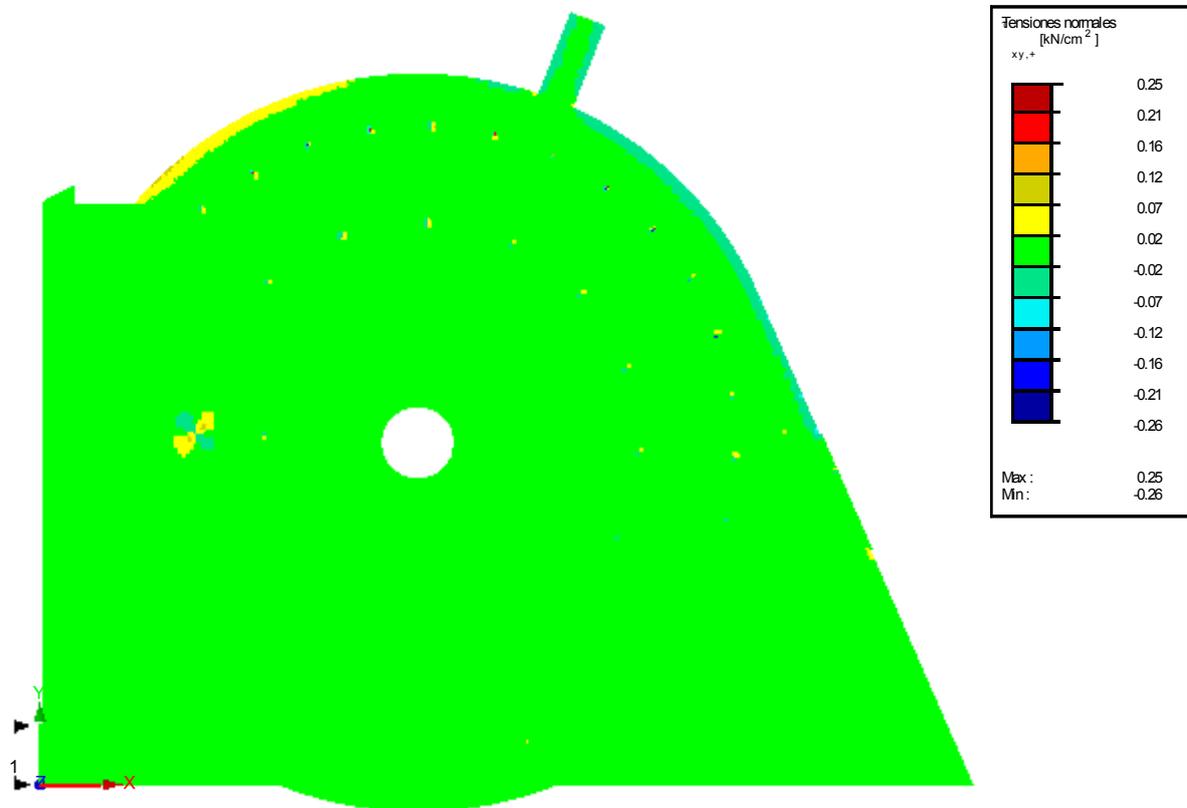


Fig.253. Planta sótano -4.  $\tau_{xy+}$

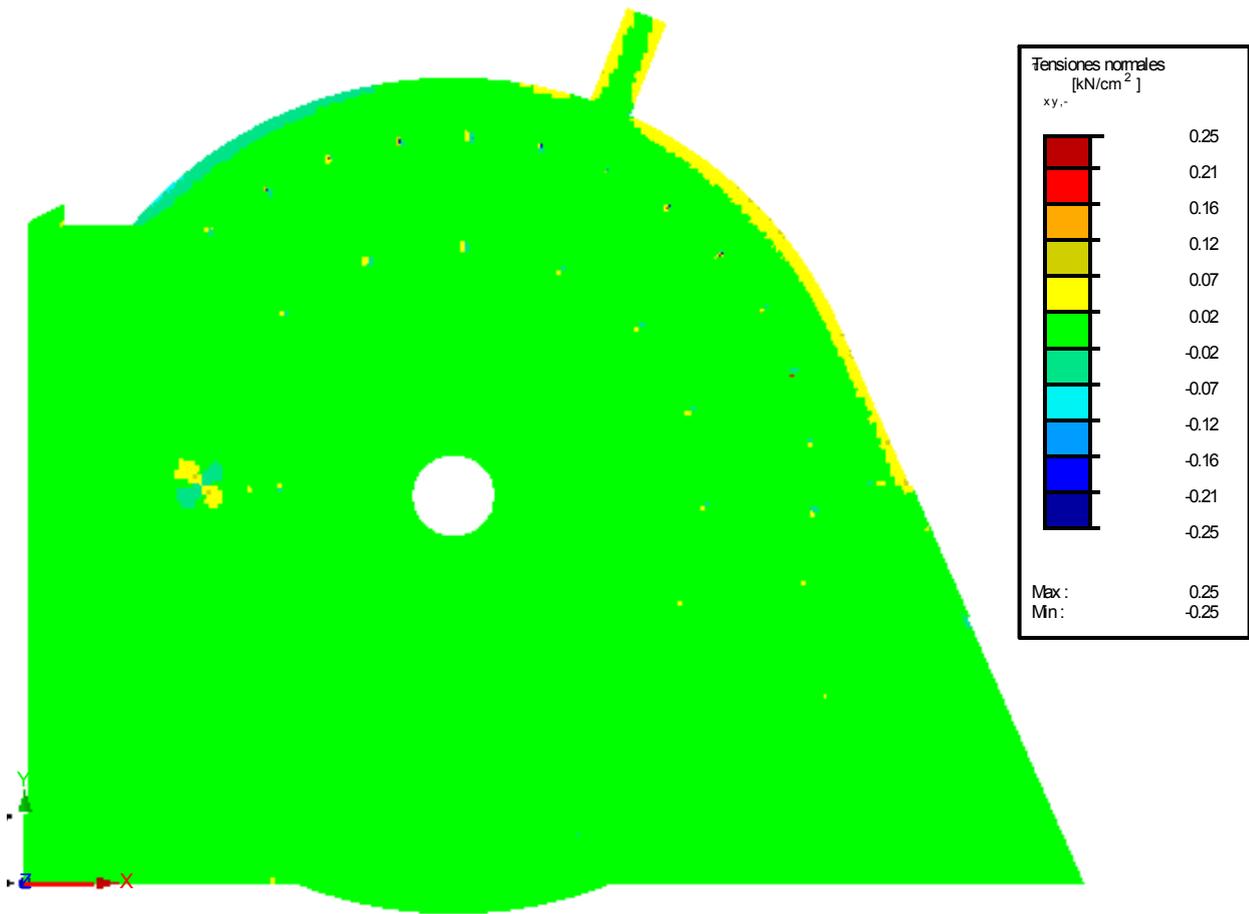


Fig.254. Planta sótano -4.  $\tau_{xy}$ -

### Conclusiones.

La losa de cimentación presenta unas tensiones bastante discretas, rondando los 4MPa en compresión y tracción. Como era de esperar la zona de los pilares está sometida a un estado tensional mayor, al igual que el encuentro del muro con la losa.

Se aprecia un punto singular con una tensión bastante más elevada, motivada por la presencia de dos pilares cercanos. Esta zona se encuentra dentro de los parámetros normales y asumibles por el cálculo, reflejándose en el armado las medidas a tomar en cuenta en esta zona.

### 13.1.2 Planta Sótano -3.

Tensiones Normales  $\sigma_{x+}$ ,  $\sigma_{x-}$ ,  $\sigma_{y+}$  y  $\sigma_{y-}$

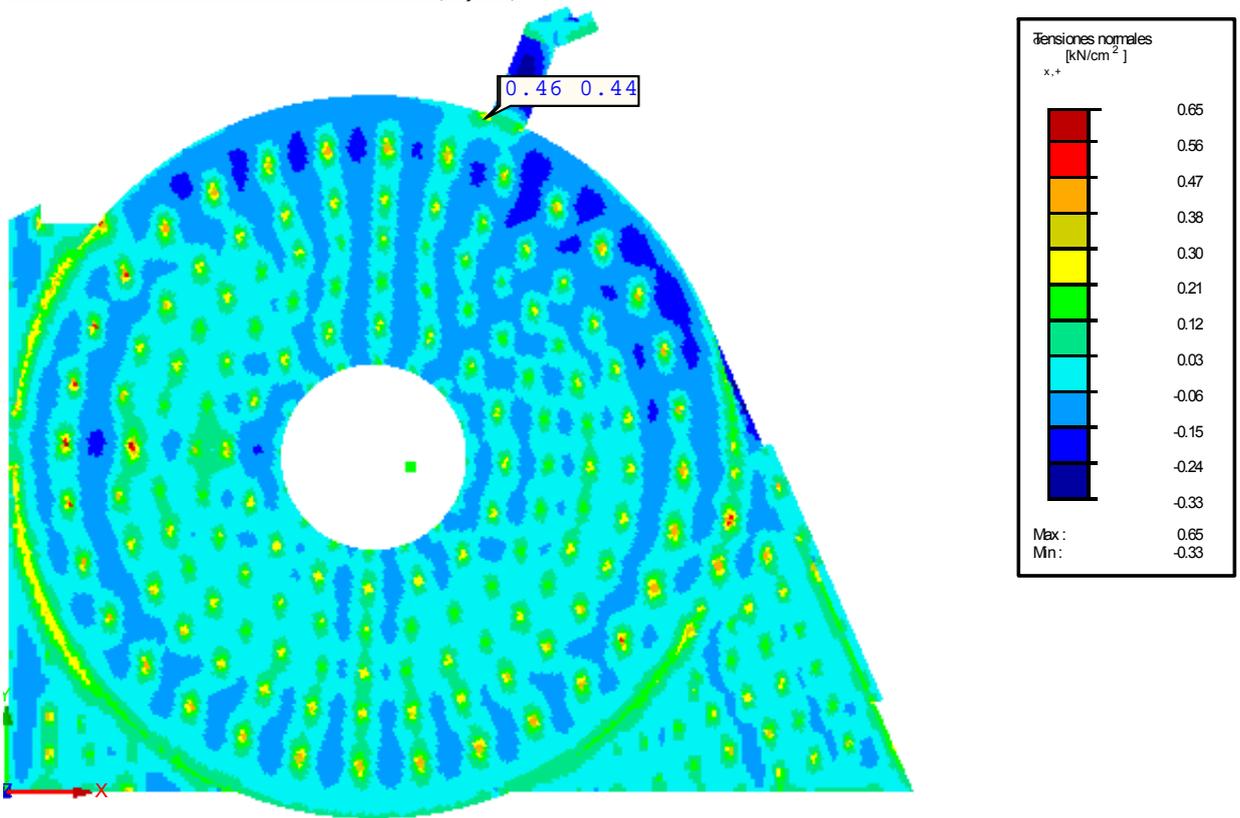


Fig.255. Planta sótano -3.  $\sigma_{x+}$

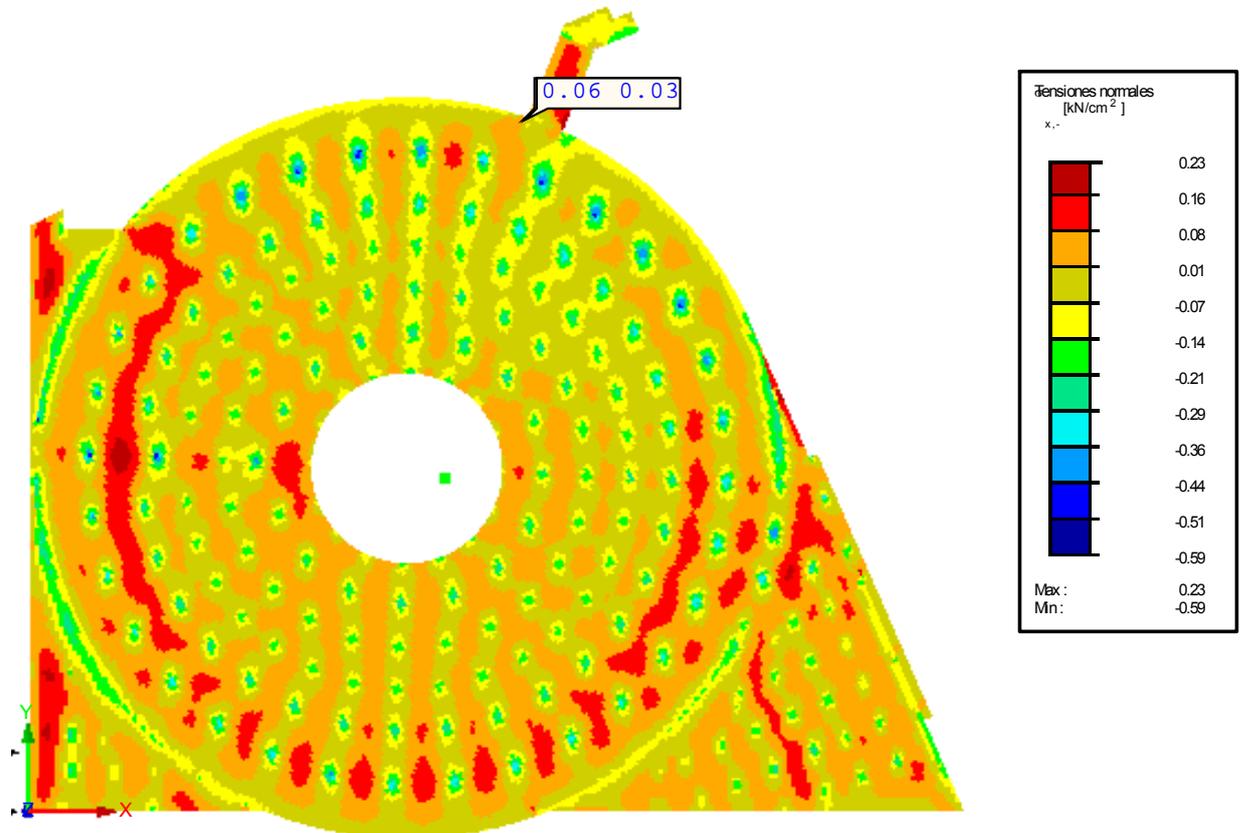


Fig.256. Planta sótano -3.  $\sigma_{x-}$

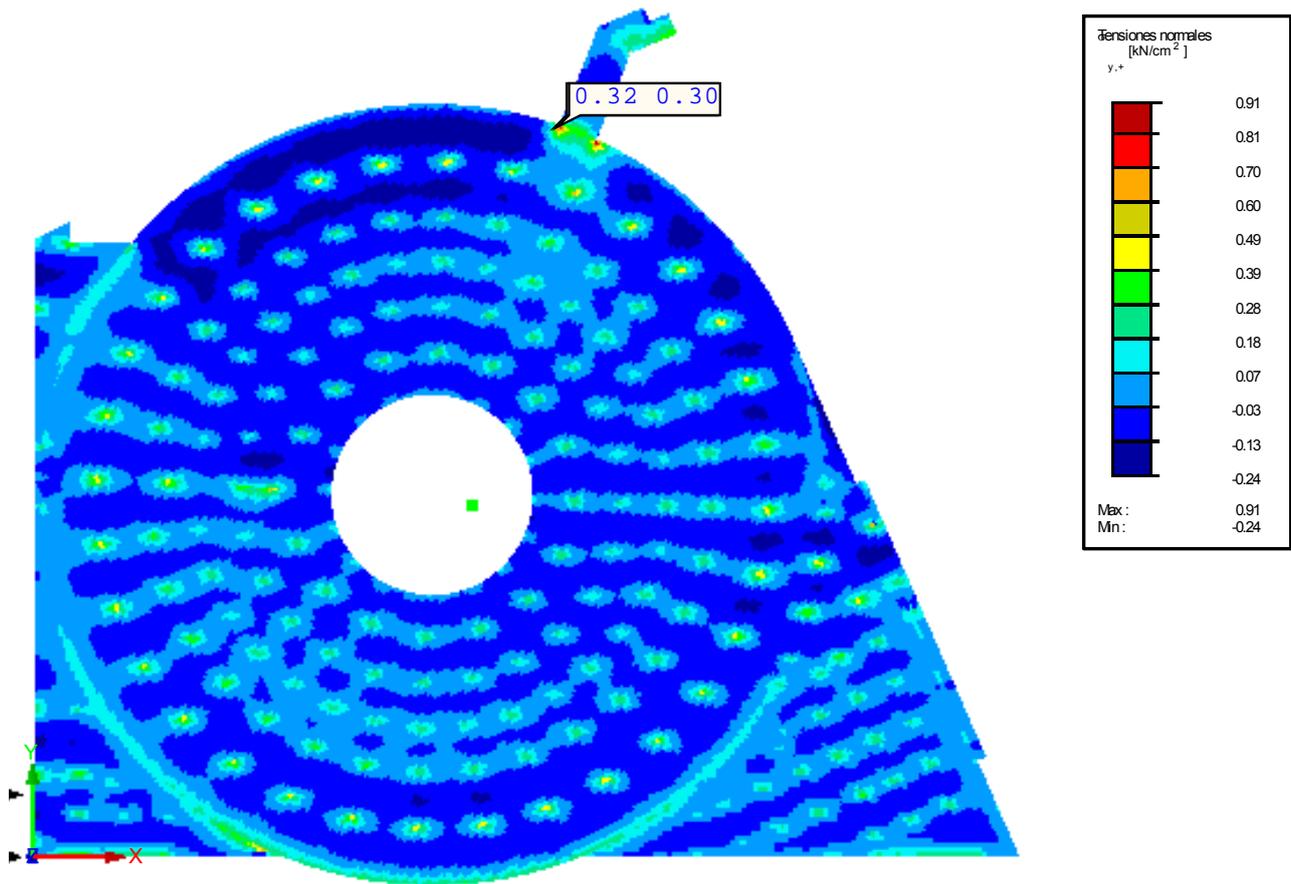


Fig.257. Planta sótano -3.  $\sigma_{y+}$

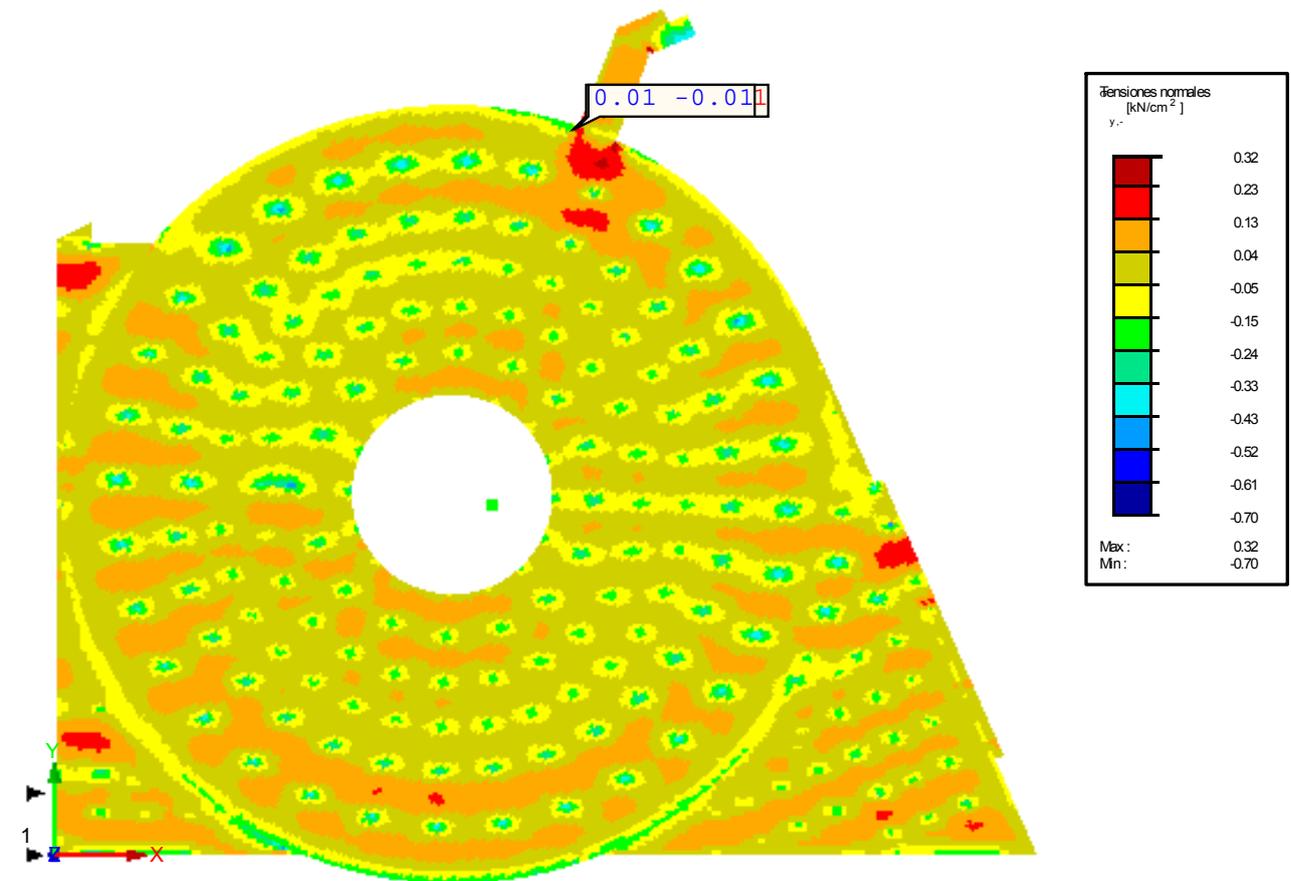


Fig.258. Planta sótano -3.  $\sigma_{y-}$

Tensiones tangenciales  $\tau_{xy+}, \tau_{xy-}$

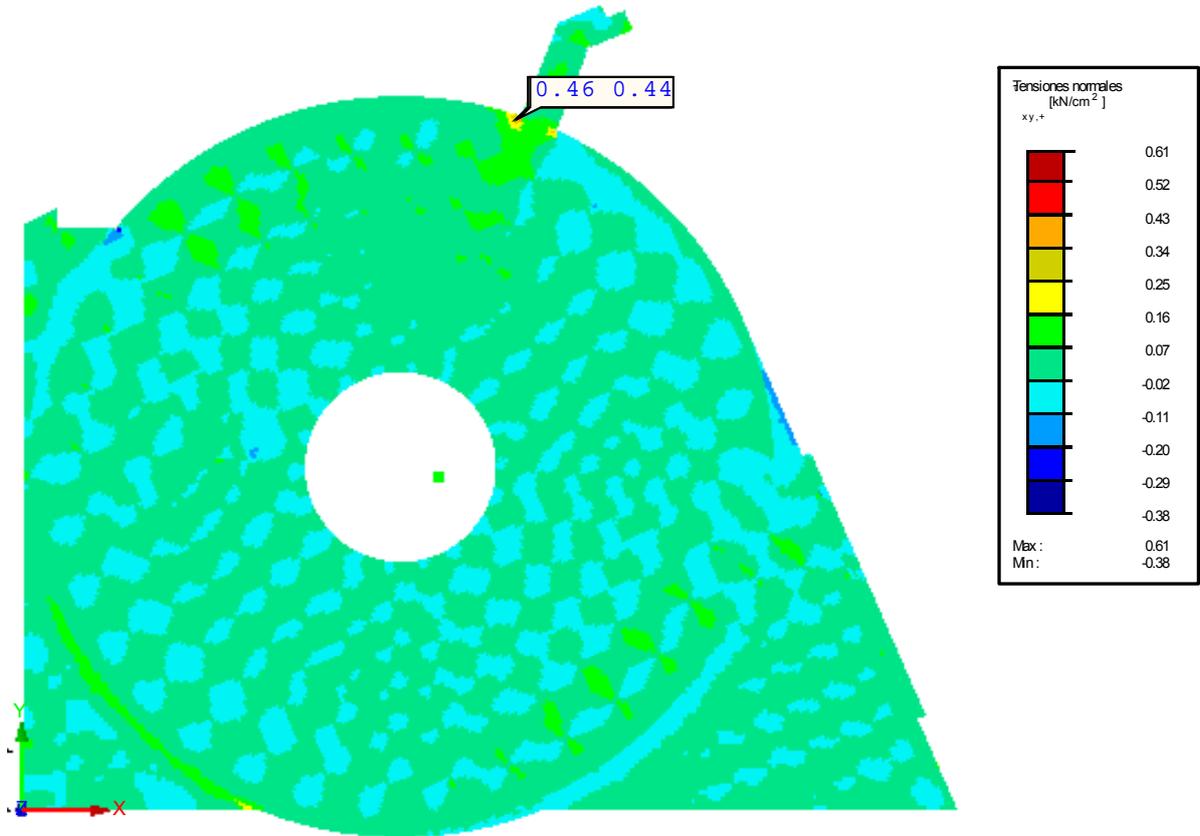


Fig.259. Planta sótano -3.  $\tau_{xy+}$

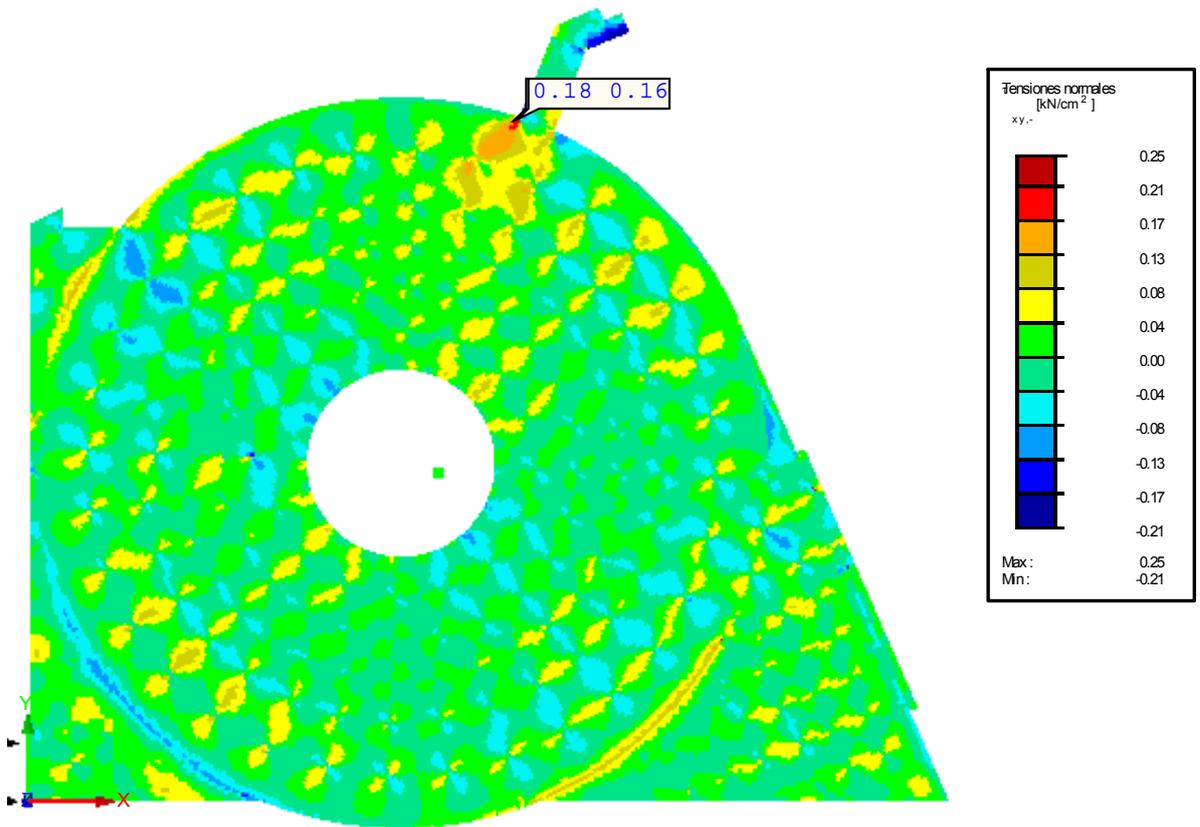


Fig.260. Planta sótano -4.  $\tau_{xy-}$

## Conclusiones.

El reparto de tensiones es el común para este tipo de forjados, donde se producen las mayores tracciones en la cara superior de la losa en la zona cercana a los pilares y en la cara inferior en el centro de vanos. Por el contrario, la compresión se produce en los sitios opuestos.

Se pueden destacar varias zonas por su singularidad:

- Zona superior derecha: Esta zona tiene la peculiaridad de estar próxima a los muros de contención. Se pueden destacar los siguientes aspectos:
  - Mayor compresión en cara inferior y tracción en cara superior localizada en los pilares.
  - Mayor flexión negativa en el vano entre los muros de contención y la primera fila de pilares, apreciándose por el aumento de tensiones.
  - 2 puntos singulares en los vértices con el pasillo de evacuación. Estos puntos han sido objeto de estudio detallado para ver los orígenes de estas tensiones tan elevadas de manera tan concreta, ya que no tiene justificación aparente. Se localizan en el vértice entre dos muros de contención perpendiculares entre sí y el forjado. La extrapolación de una estructura con un espesor a un modelo de barras y placa produce en los contornos, situaciones que no convergen de forma adecuada, detectándose en programas de cálculo de elementos finitos algunos puntos “negros” que no están correctamente representados e inducen a error. Realmente sobre el forjado no se producirán estas tensiones, ya que el espesor del muro es de 0,50m. Dado el refinamiento de la malla este punto será la unión de los muros, a lo cual sólo acometerá el armado de anclaje del forjado.
- Zona superior derecha: Un caso idéntico al comentado en el punto anterior.
  - A pesar de incluso haber tratado la malla de elementos finito de , y tras realizar la consulta a soporte del programa .
- Pasillo de evacuación: En el quiebro de planta, donde se reduce la sección del pasillo, se produce un aumento de tensiones muy característico. Se debe a los empujes que produce el muro de contención que, dado el pequeño tamaño de la losa de cimentación, produce un giro de la misma muy significativo.

### 13.1.3 Planta Sótano -2.

Tensiones Normales  $\sigma_{x+}$ ,  $\sigma_{x-}$ ,  $\sigma_{y+}$  y  $\sigma_{y-}$

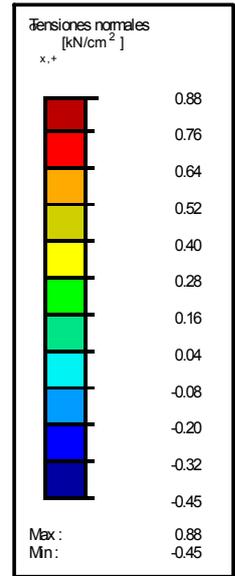
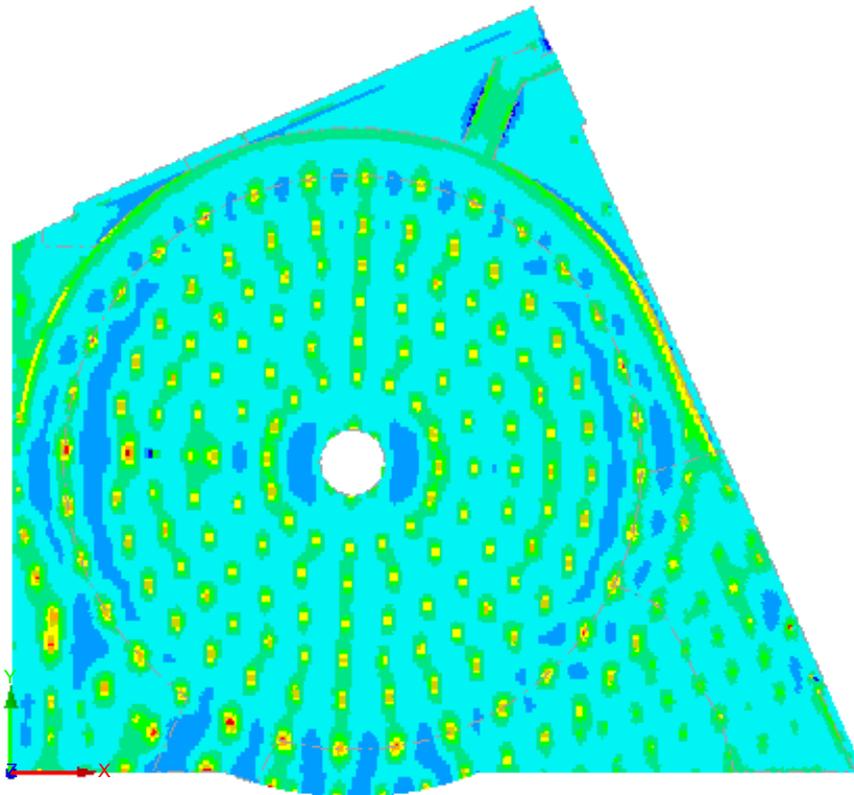


Fig.261. Planta sótano -2.  $\sigma_{x+}$

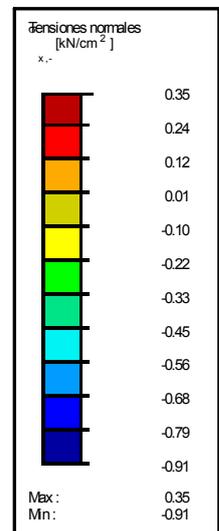
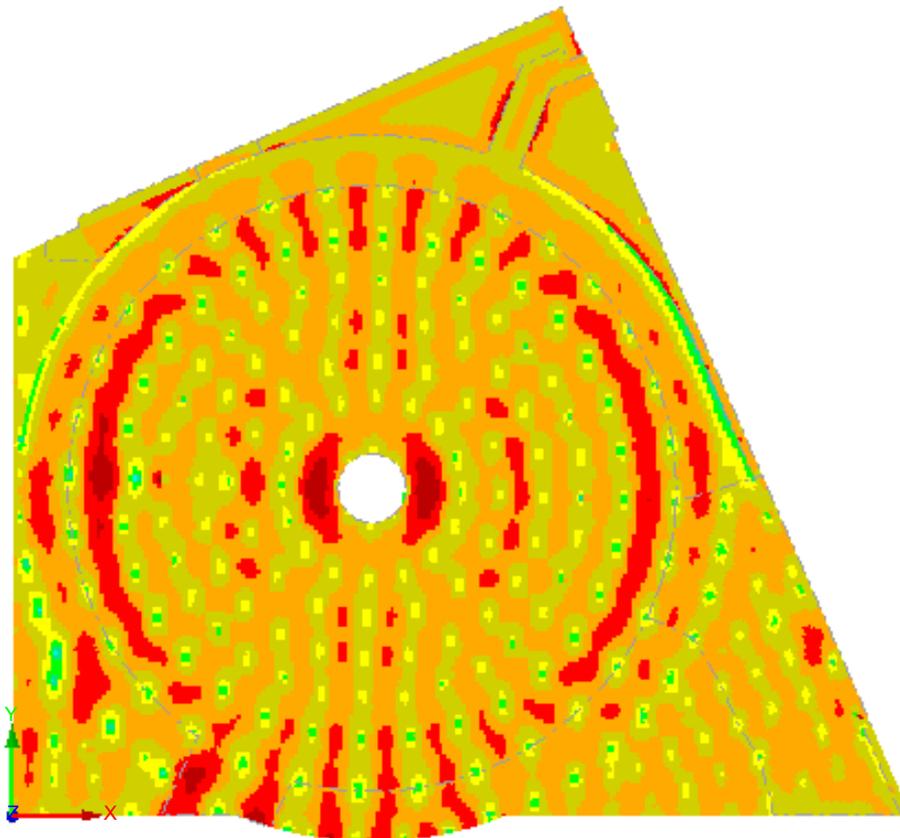


Fig.262. Planta sótano -2.  $\sigma_{x-}$

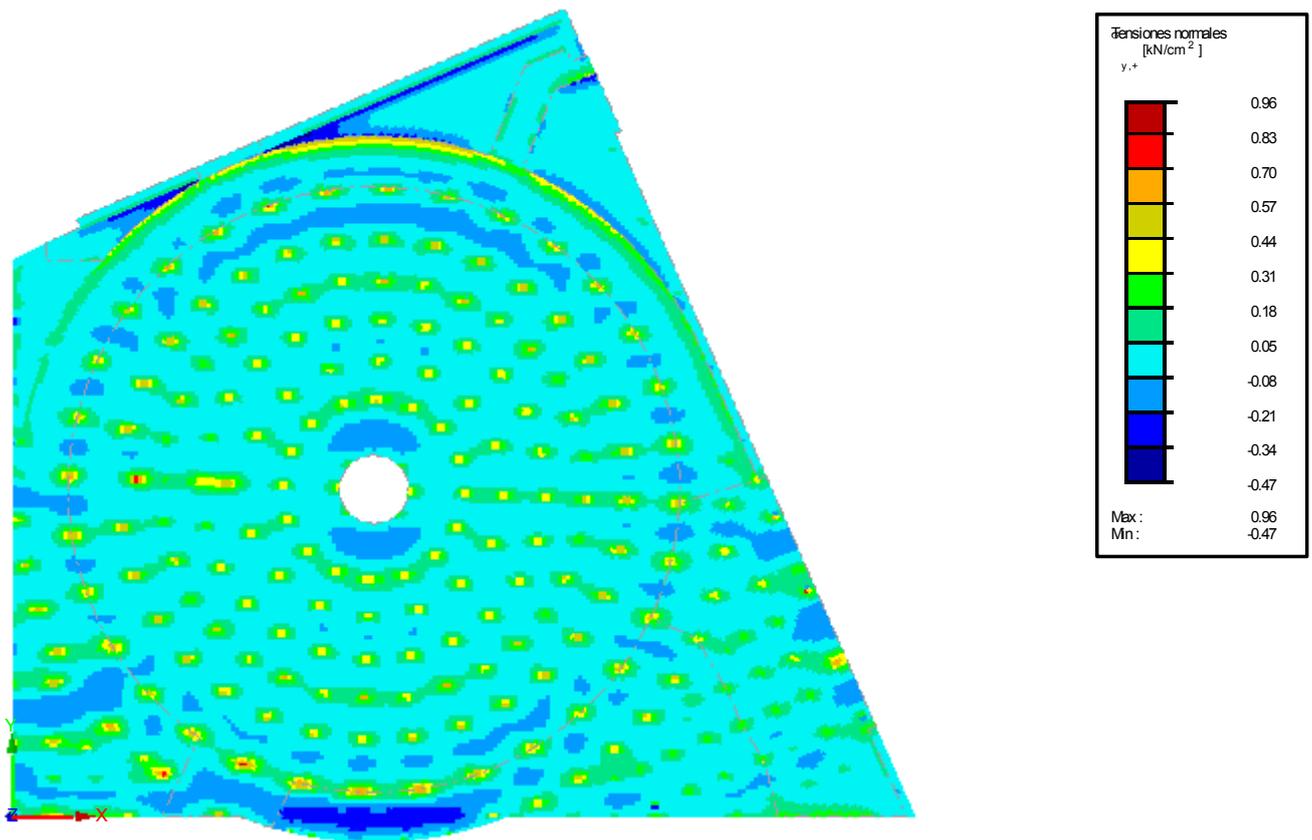


Fig.263. Planta sótano -2.  $\sigma_{x+}$

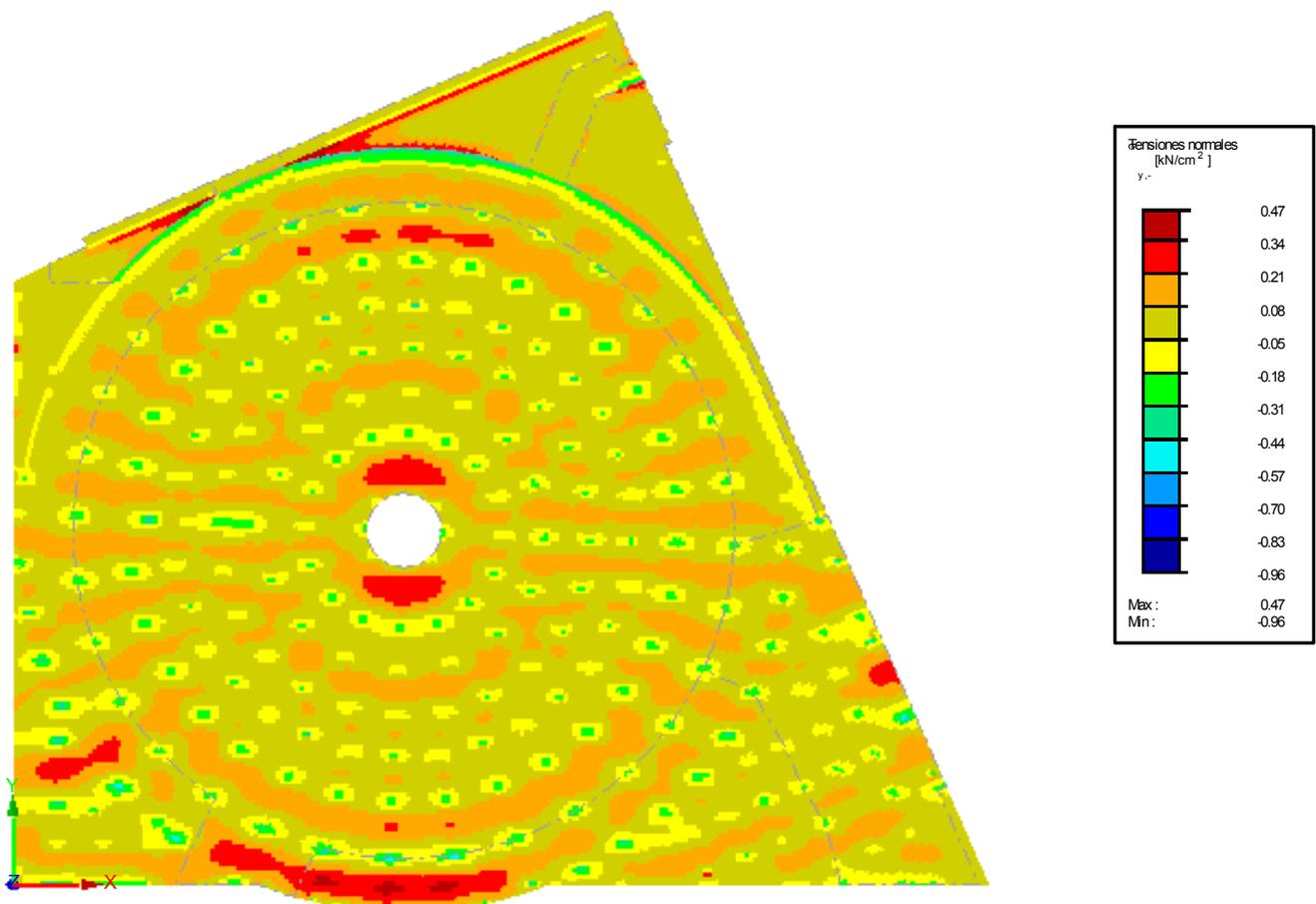
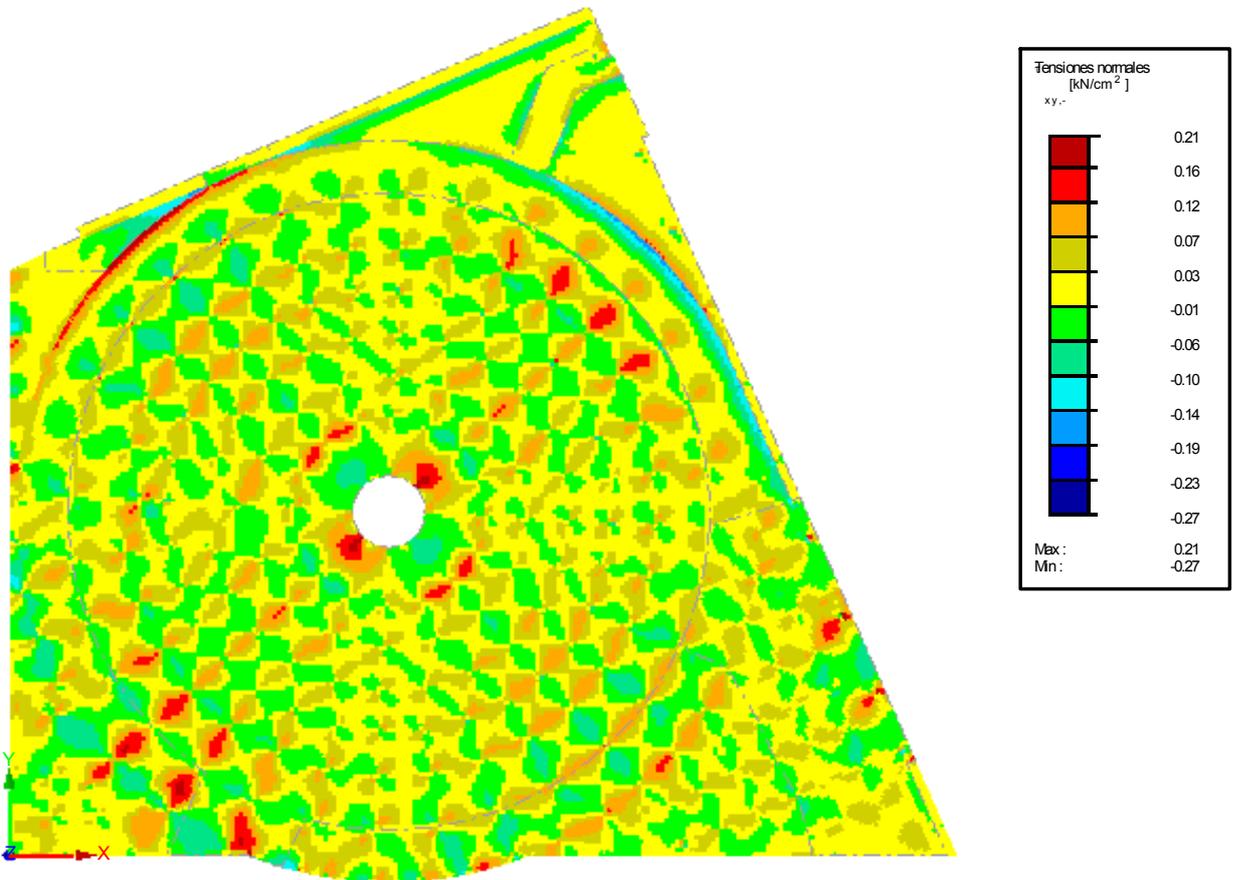
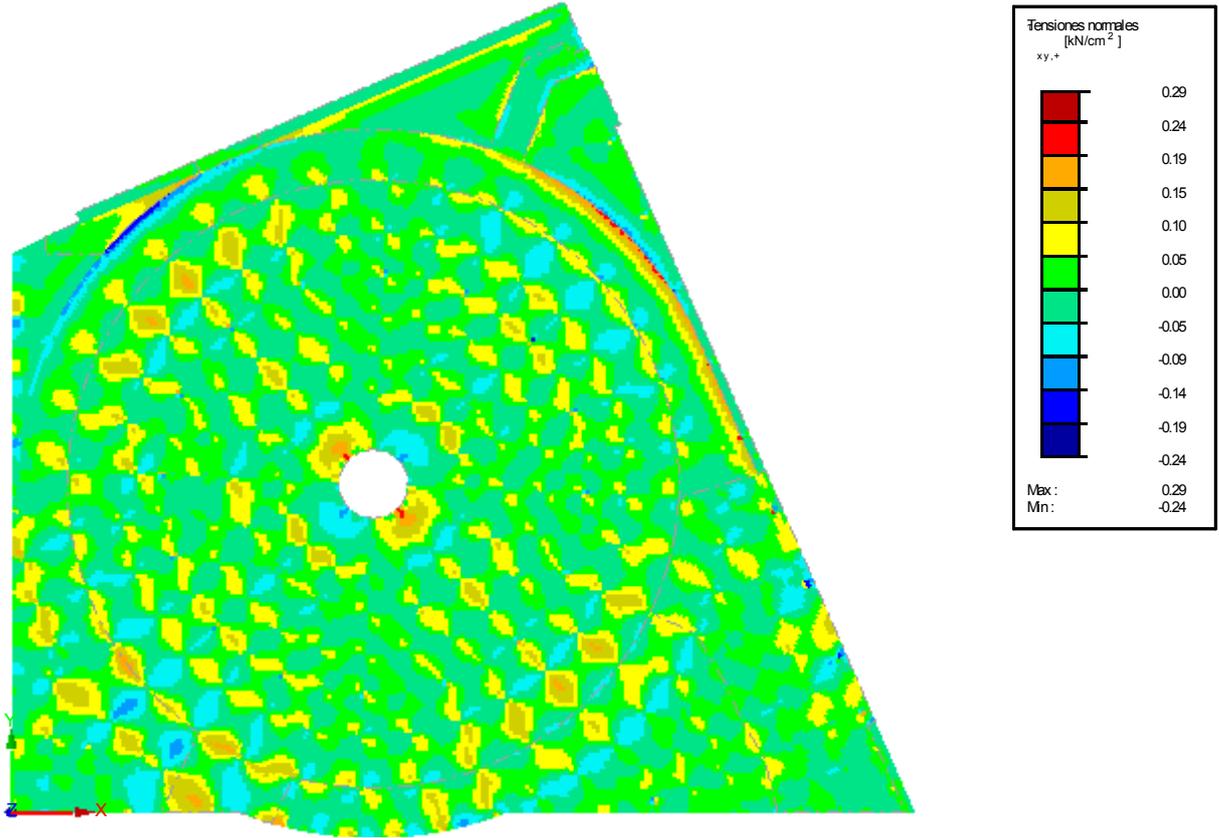


Fig.264. Planta sótano -2.  $\sigma_{y-}$

Tensiones tangenciales  $\tau_{xy+}$ ,  $\tau_{xy-}$



## Conclusiones.

El reparto de tensiones al igual que comentado previamente es el común para este tipo de forjados.

Señalar dos zonas singulares:

- Zona superior derecha. Encuentro losa cimentación – muro – forjado. Dada la forma geométrica existente produce una concentración de tensiones bastante elevadas. En el Capítulo 20 se señaló incluso que éste era un punto crítico ya que se alcanzaban tensiones superiores a la admisibles, por lo que hubo que modificar la forma de la cimentación en esa cota y aumentarla para mejorar el reparto tensional.
- Zona central. Se produce en los pilares un aumento de la tensión tangencial un tanto anómalo sobre la cabeza de los pilares. Se estima que se debe a que al ser pilares de borde, y con una carga elevada sobre ellos, se produce una tensión superior a los otros pilares.

### 13.1.4 Planta Sótano -1.

Tensiones Normales  $\sigma_{x+}$ ,  $\sigma_{x-}$ ,  $\sigma_{y+}$  y  $\sigma_{y-}$

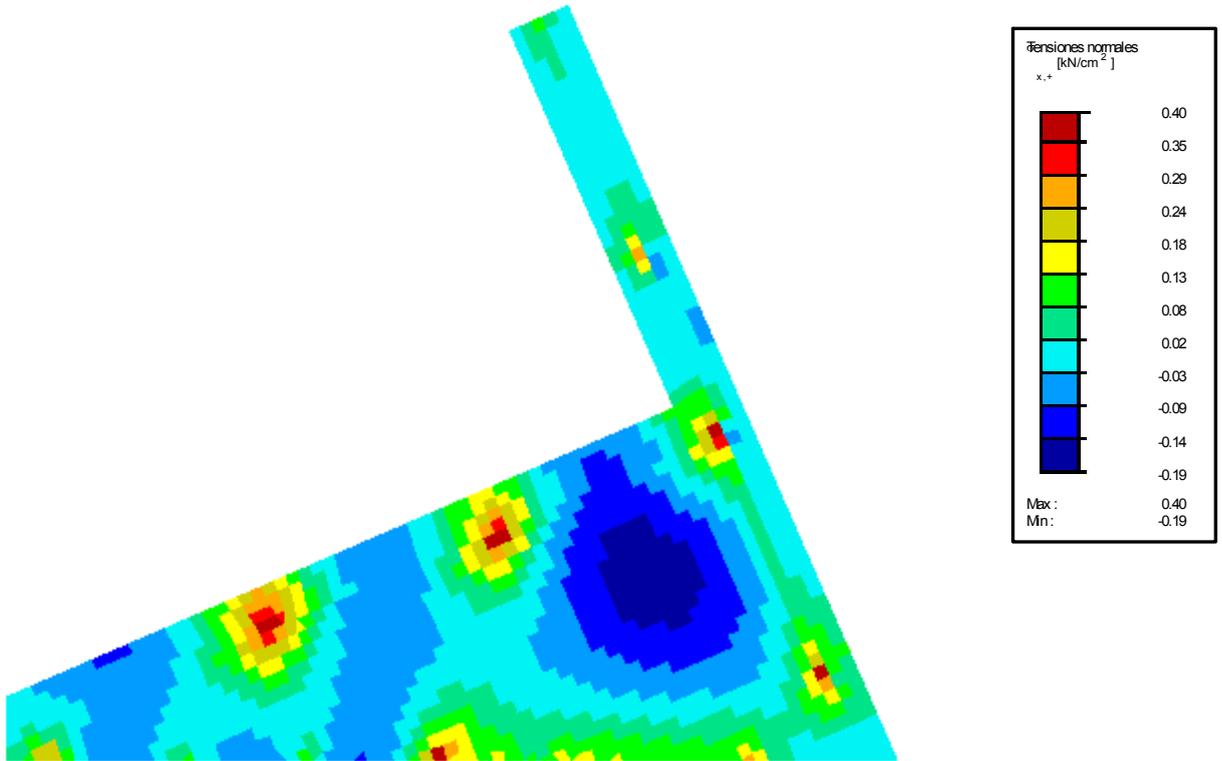


Fig.267. Planta sótano -1.  $\sigma_{x+}$

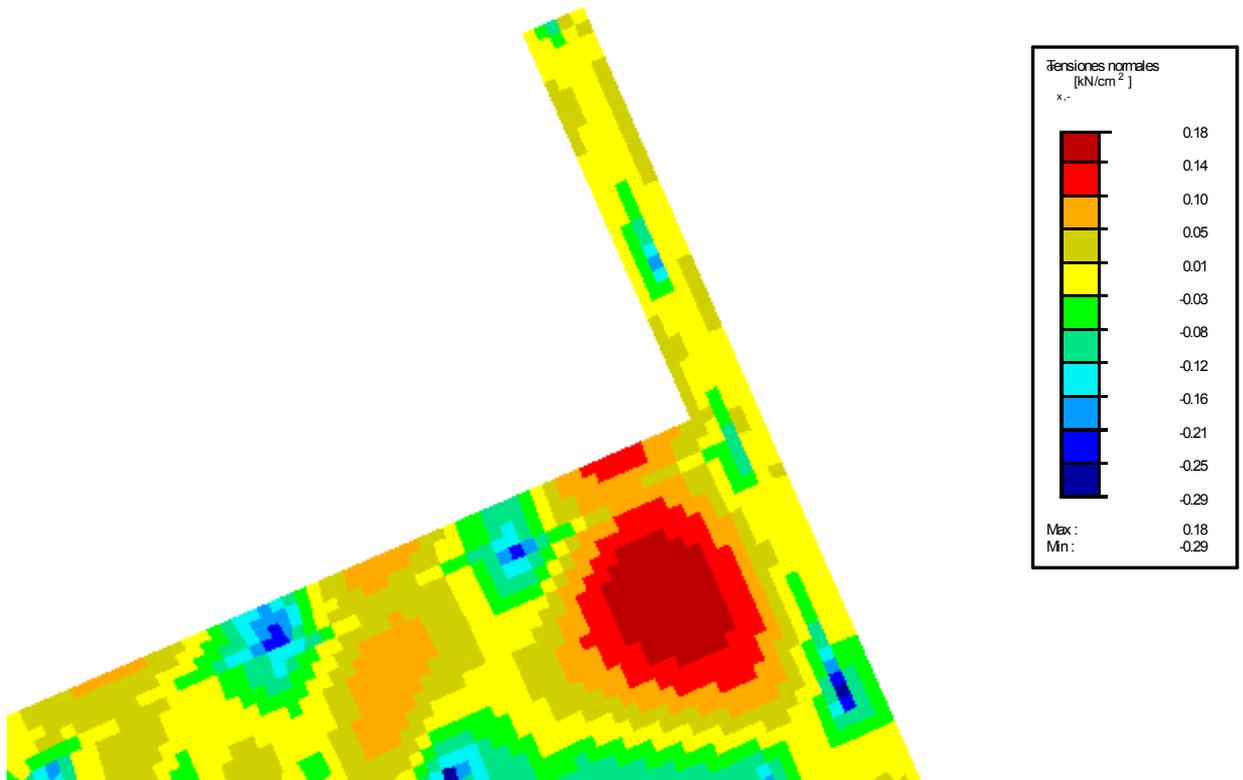


Fig.268. Planta sótano -1.  $\sigma_{x-}$

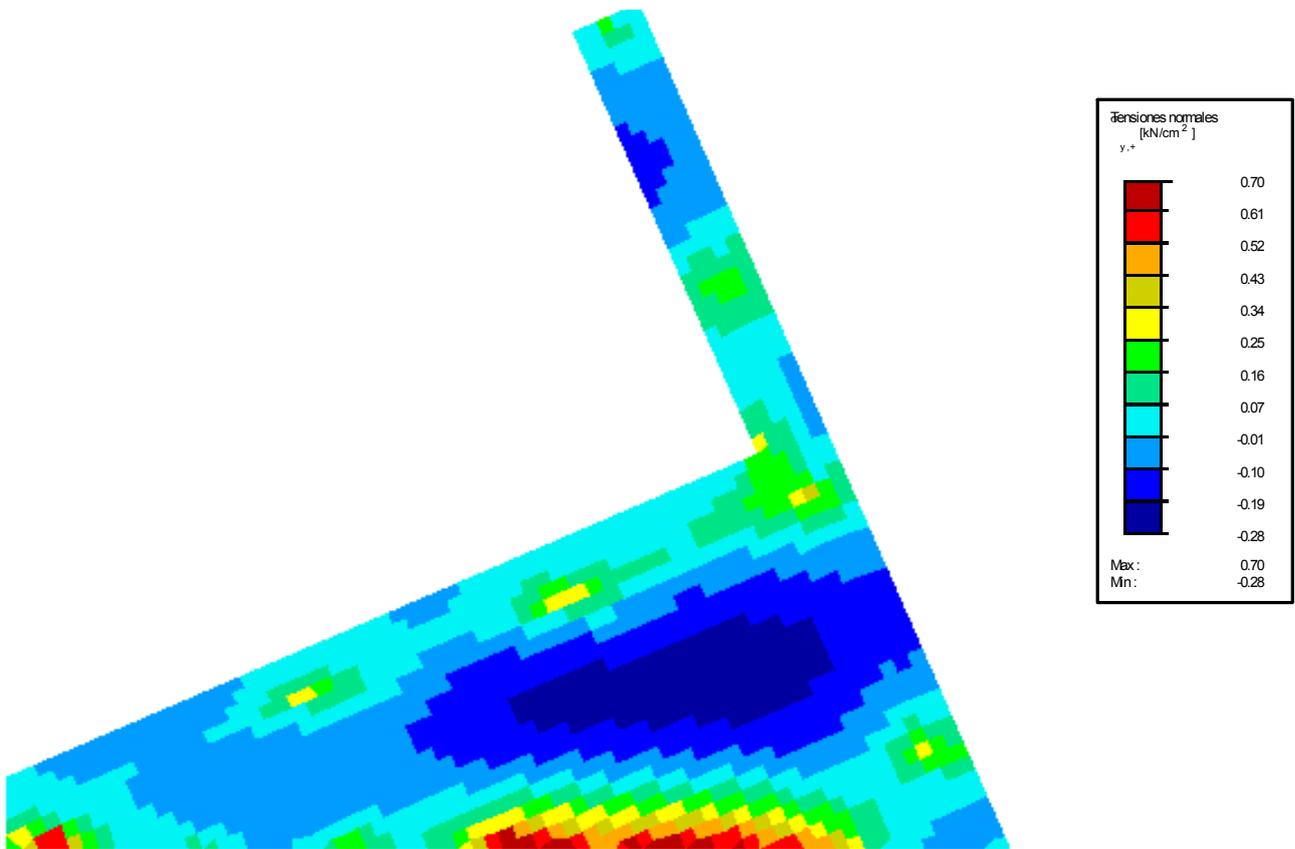


Fig.269. Planta sótano -1.  $\sigma_{y+}$

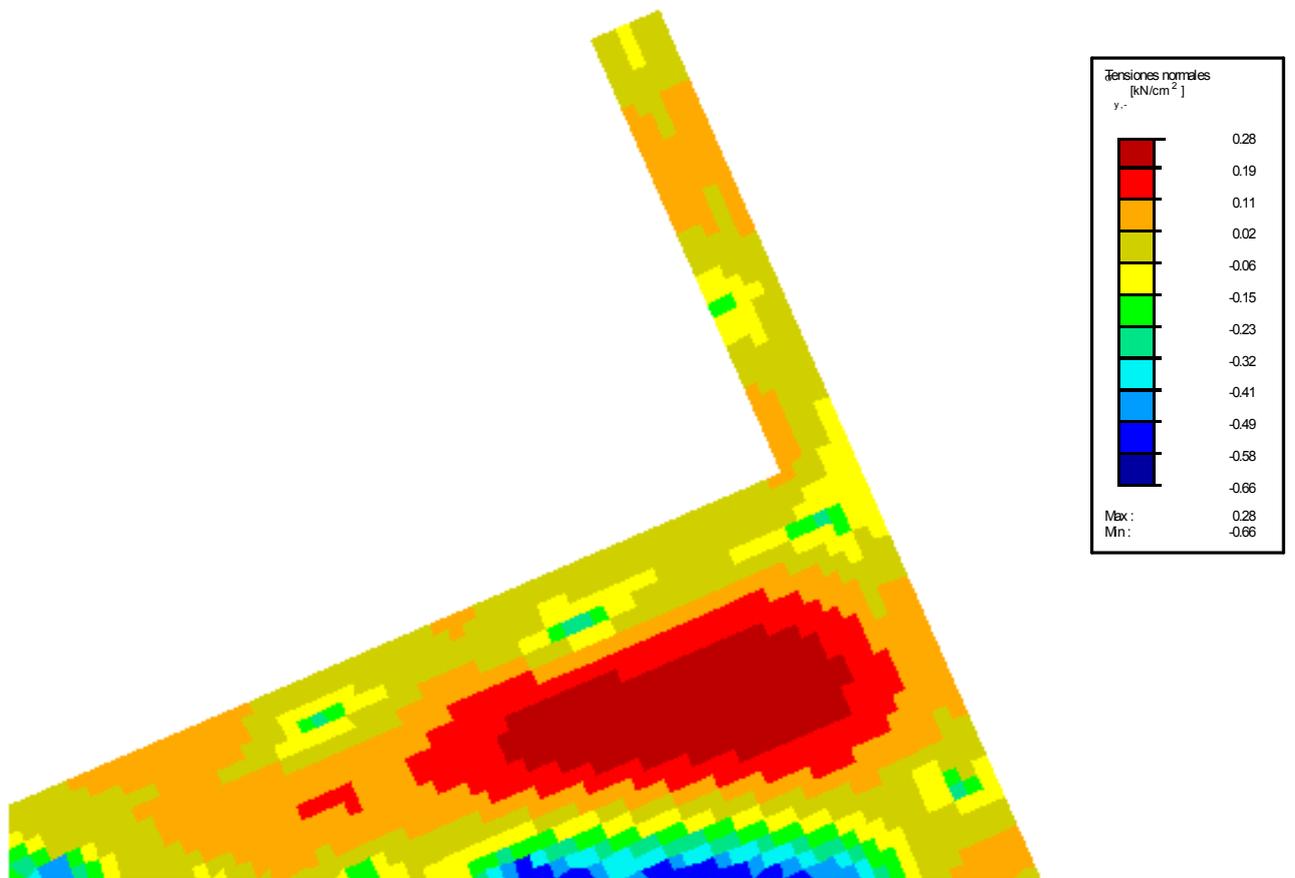


Fig.270. Planta sótano -1.  $\sigma_{y-}$

Tensiones tangenciales  $\tau_{xy+}$ ,  $\tau_{xy-}$

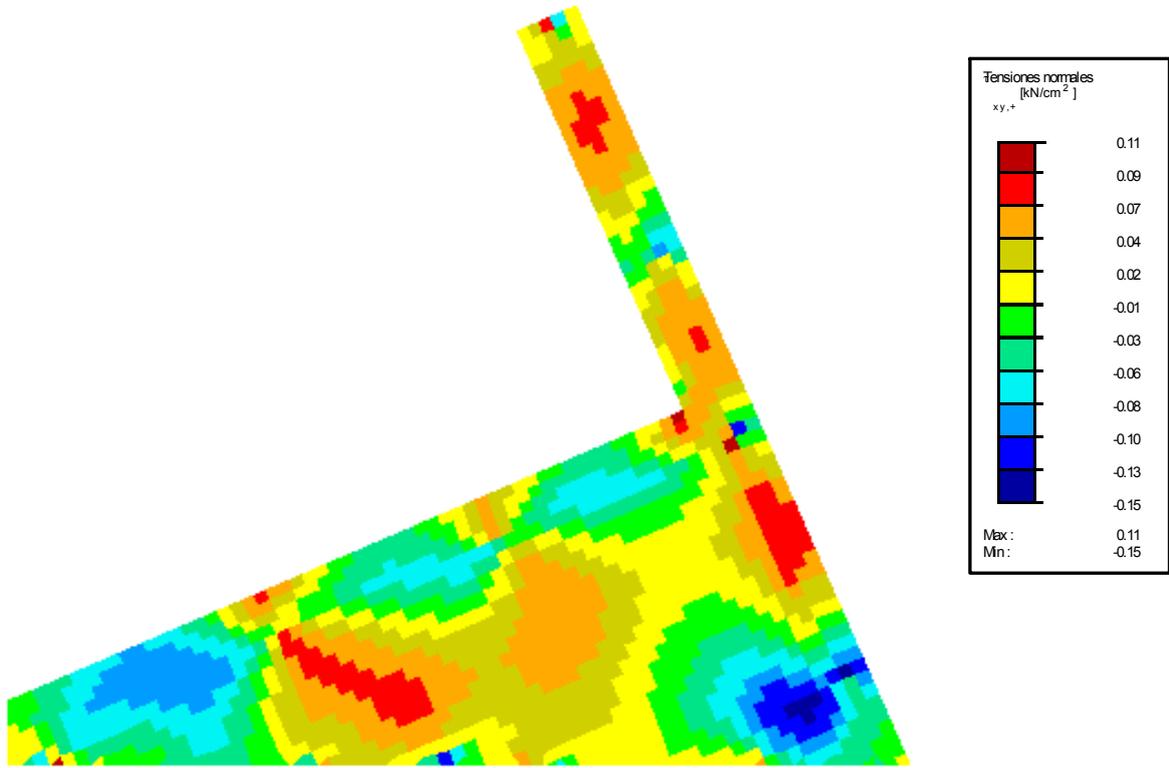


Fig.271. Planta sótano -1.  $\tau_{xy+}$

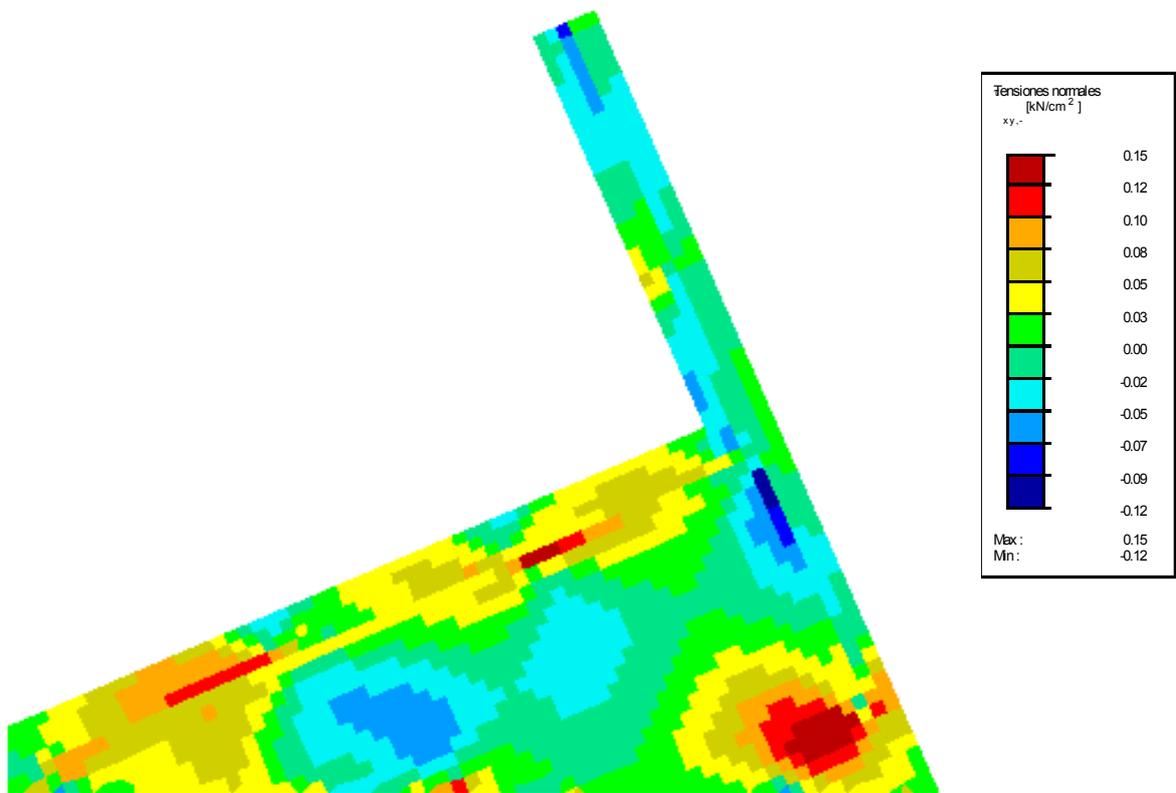


Fig.272. Planta sótano -1.  $\tau_{xy-}$

### Conclusiones.

El reparto de tensiones es típico, con unas tensiones bastante reducidas y asumibles por los materiales previstos.

### 13.1.5 Planta 0.

Tensiones Normales  $\sigma_{x+}$ ,  $\sigma_{x-}$ ,  $\sigma_{y+}$  y  $\sigma_{y-}$

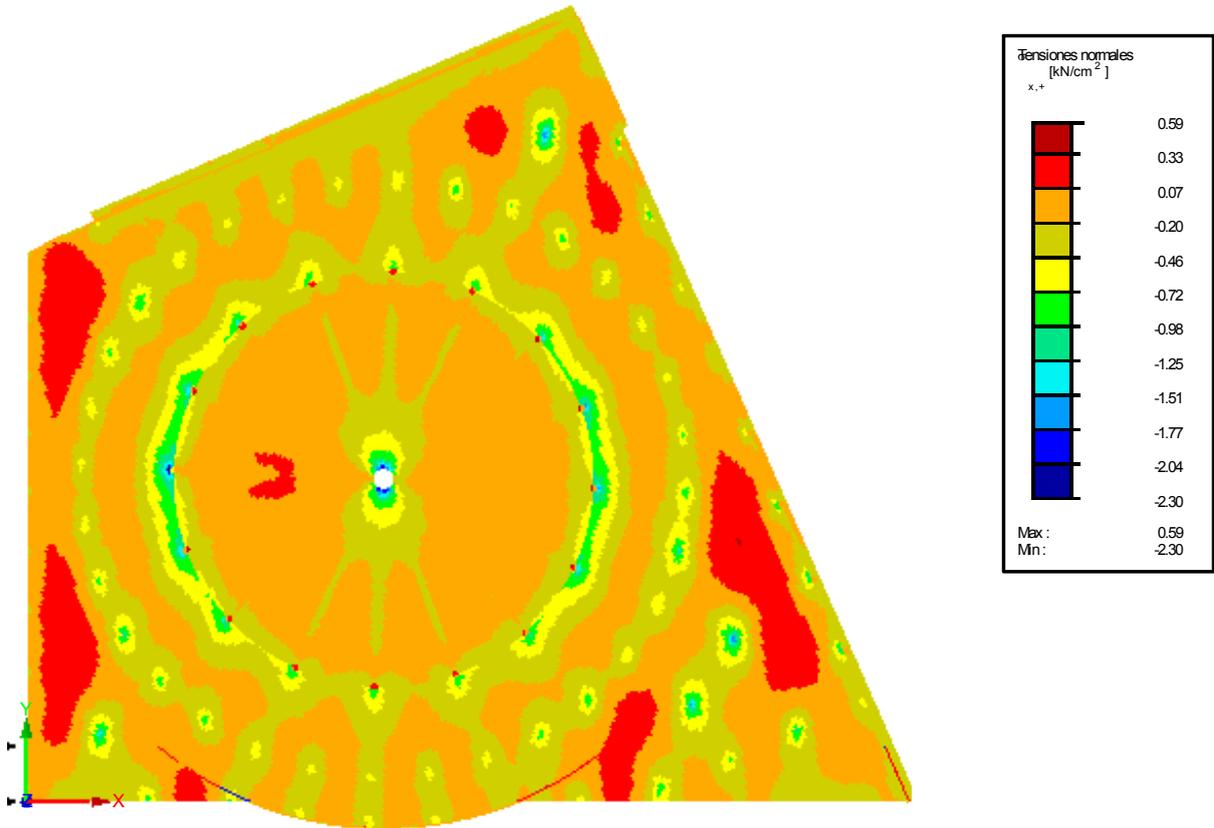


Fig.273. Planta 0.  $\sigma_{x+}$

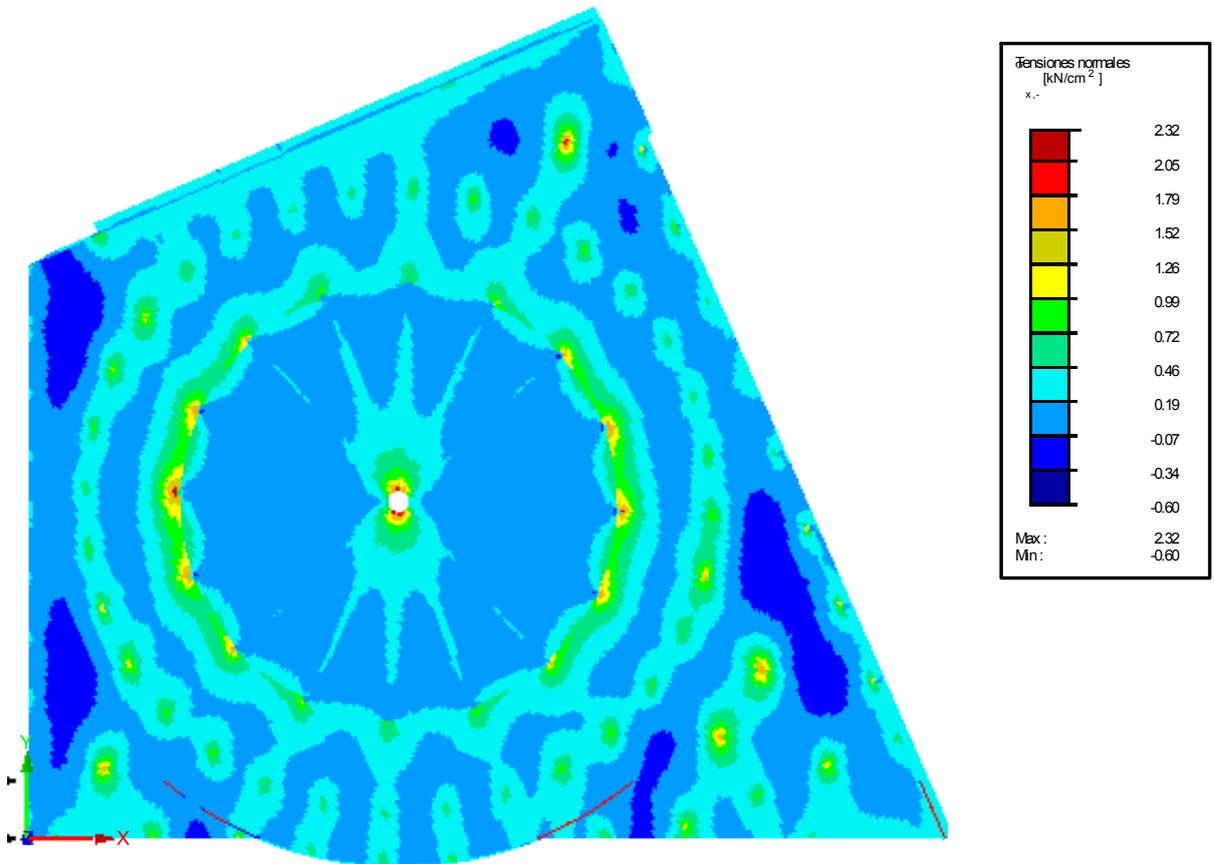
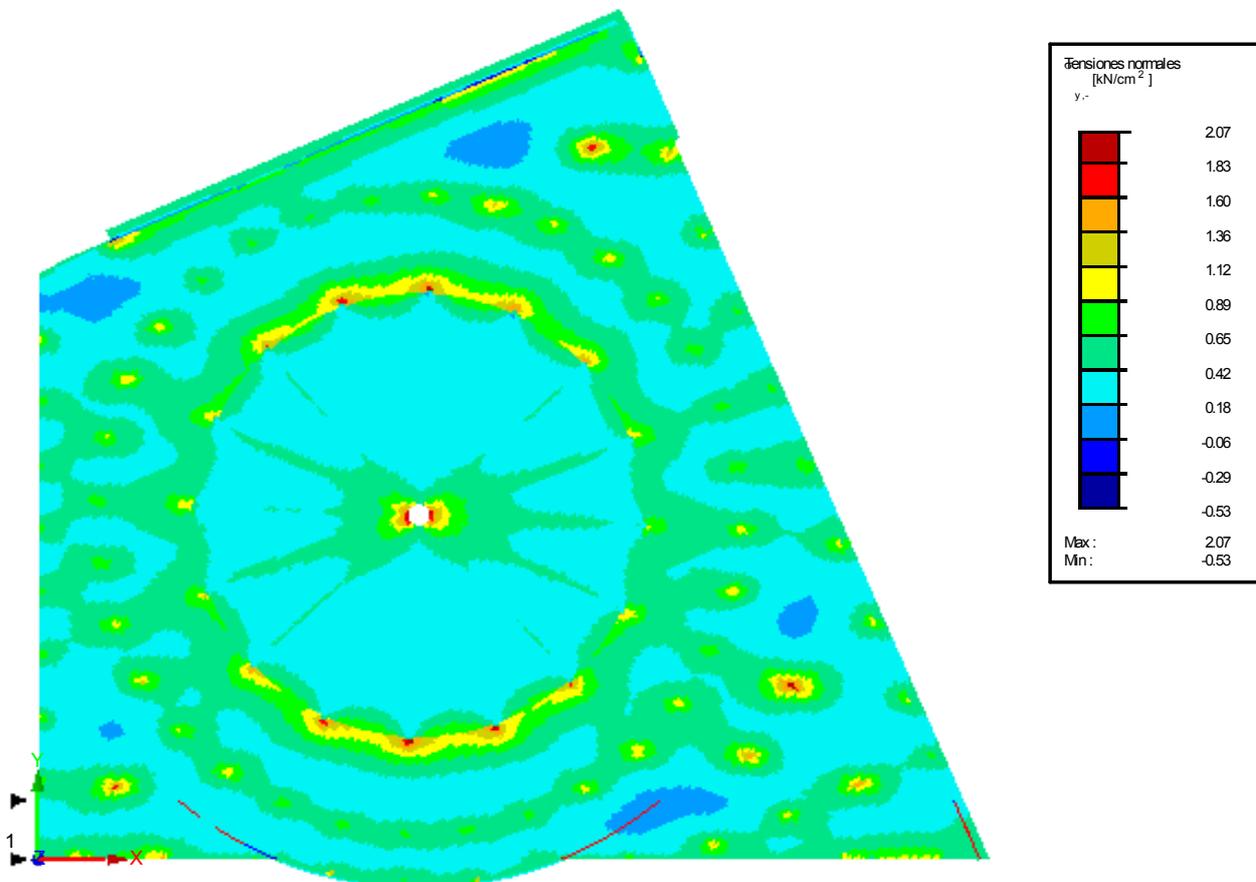
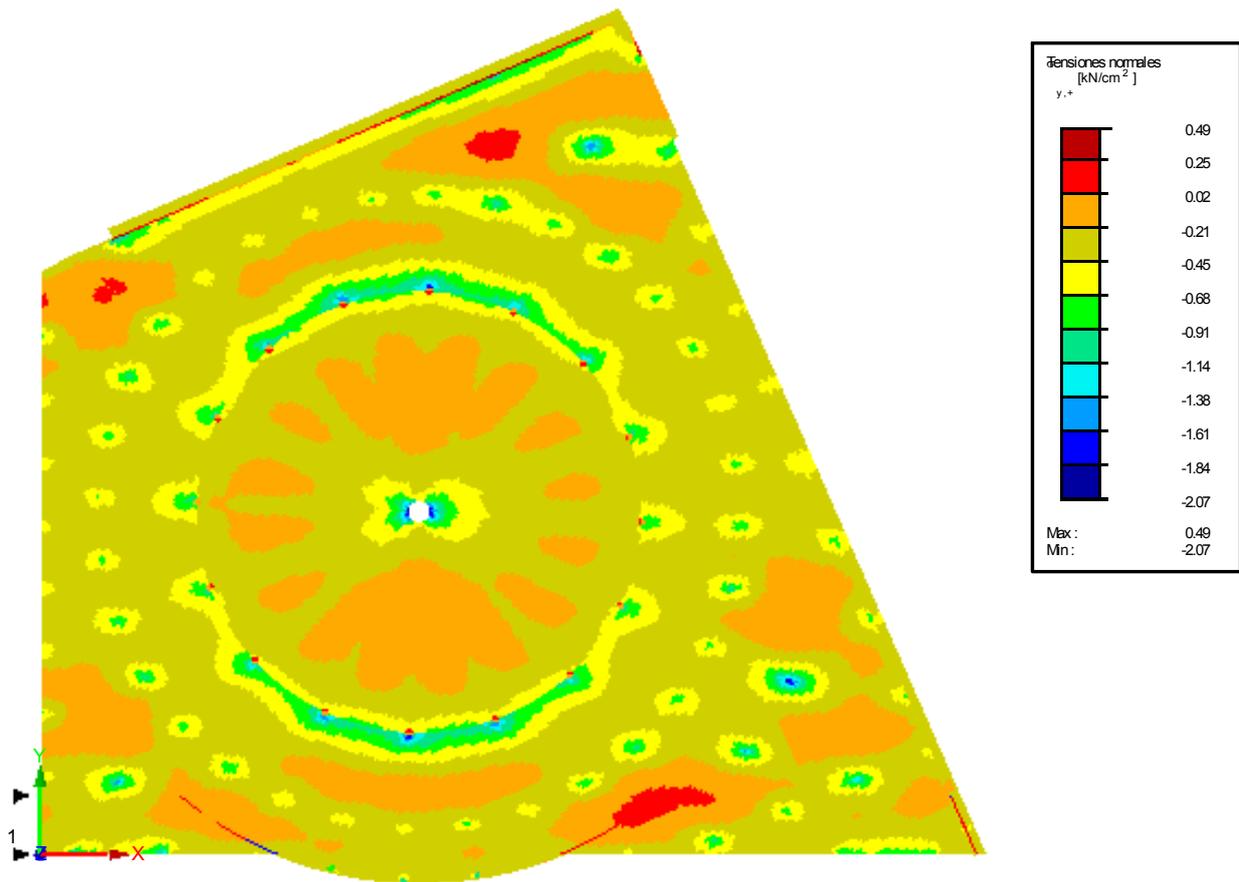


Fig.274. Planta 0.  $\sigma_{x-}$



Tensiones tangenciales  $\tau_{xy+}$ ,  $\tau_{xy-}$

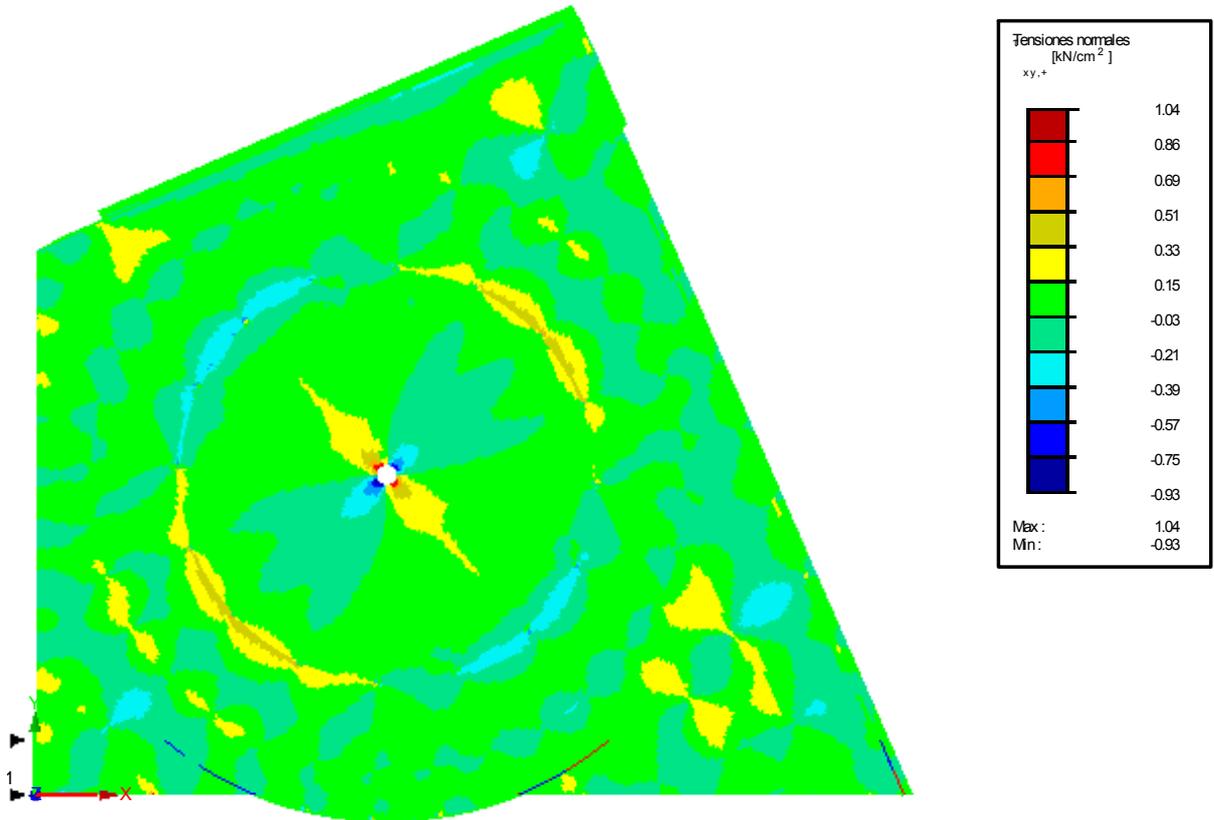


Fig.277. Planta 0.  $\tau_{xy+}$

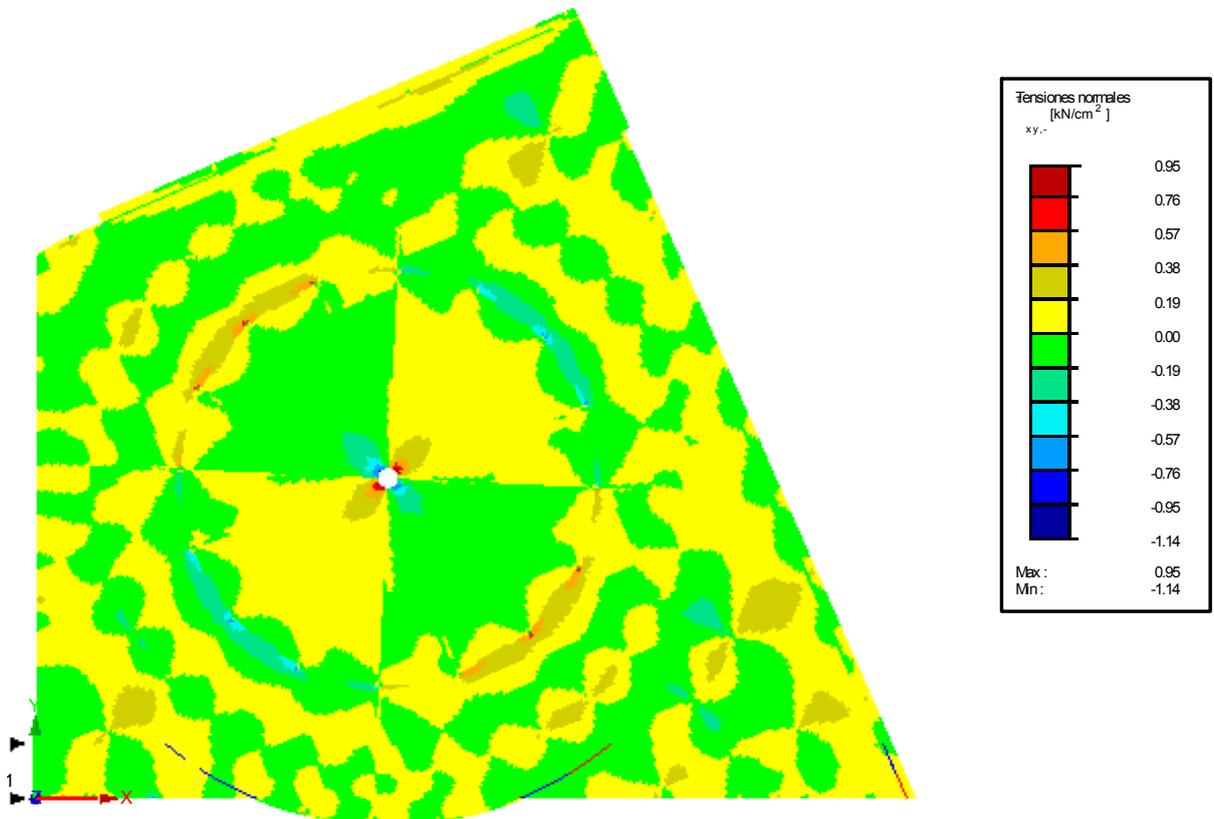


Fig.278. Planta 0.  $\tau_{xy-}$

## Conclusiones.

El forjado de Planta 0 es quizás el punto más significativo del proyecto, bien sea por las vigas pretensadas que lo conforman como por las tensiones que se originan en el mismo. Al ser un forjado con poco apoyo de densidad de pilares se puede ver que las mayores tensiones se acumulan en la cabeza de éstos.

Caso especial es la pila central. Fijar un pilar en Z hace que se tome en consideración para el mallado del elemento finito las dimensiones del mismo, por lo que aparece reflejada esta zona como un vacío en la zona media del forjado. Alrededor de este punto se generan unas tensiones muy fuertes que son el punto crítico del forjado. AL igual que se comentó en el sótano -3, dada la configuración constructiva real de las vigas en el entorno de la pila central no habrá forjado para que se produzcan estas tensiones, por lo que habrá que considerar este criterio en el armado.

Un aspecto que se considera destacable es cómo ha afectado el uso de vigas a la hora de mitigar los cortantes pésimos sobre la cabeza de los pilares. De esta forma se ha conseguido evitar que en la primera corona de pilares no se supere la tensión admisible a cortante.

### 13.1.6 Muros.

Tensiones Normales  $\sigma_{x+}$ ,  $\sigma_{x-}$ ,  $\sigma_{y+}$  y  $\sigma_{y-}$

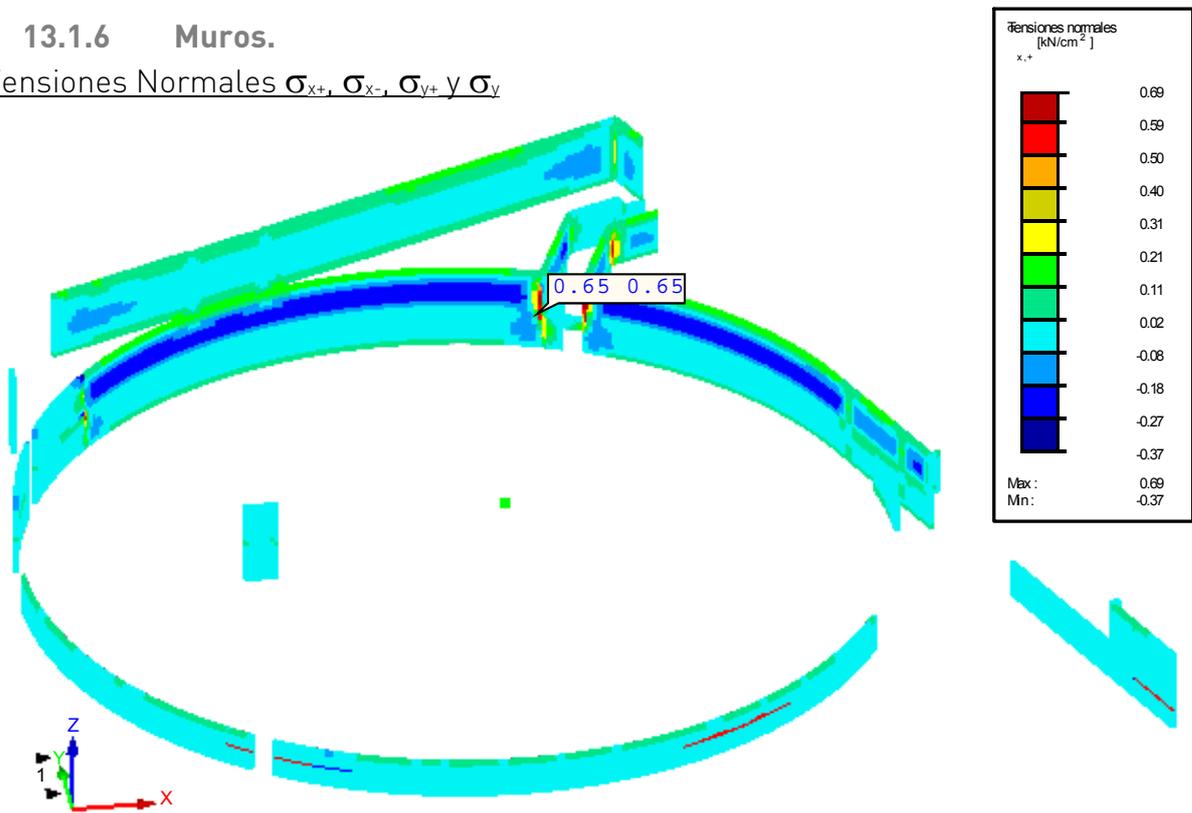


Fig.279. Muros.  $\sigma_{x+}$

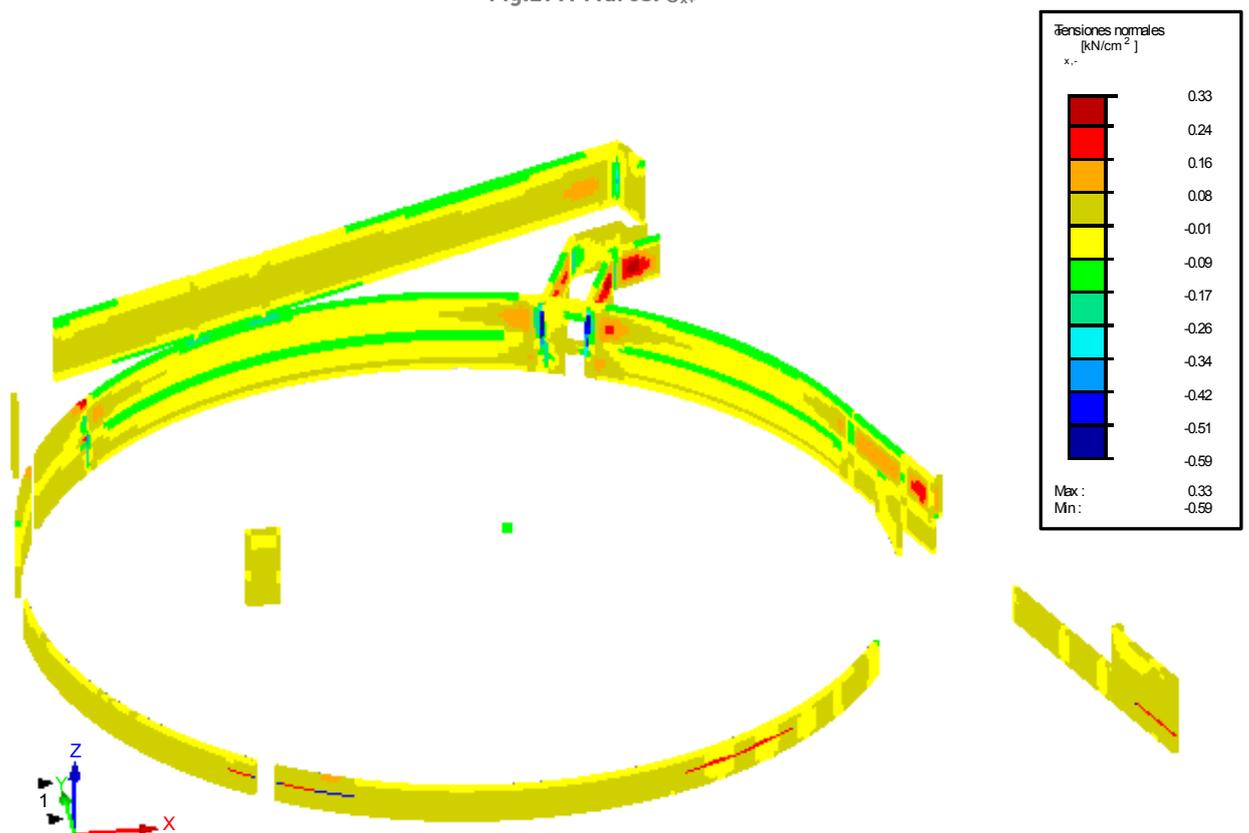


Fig.280. Muros.  $\sigma_{x-}$

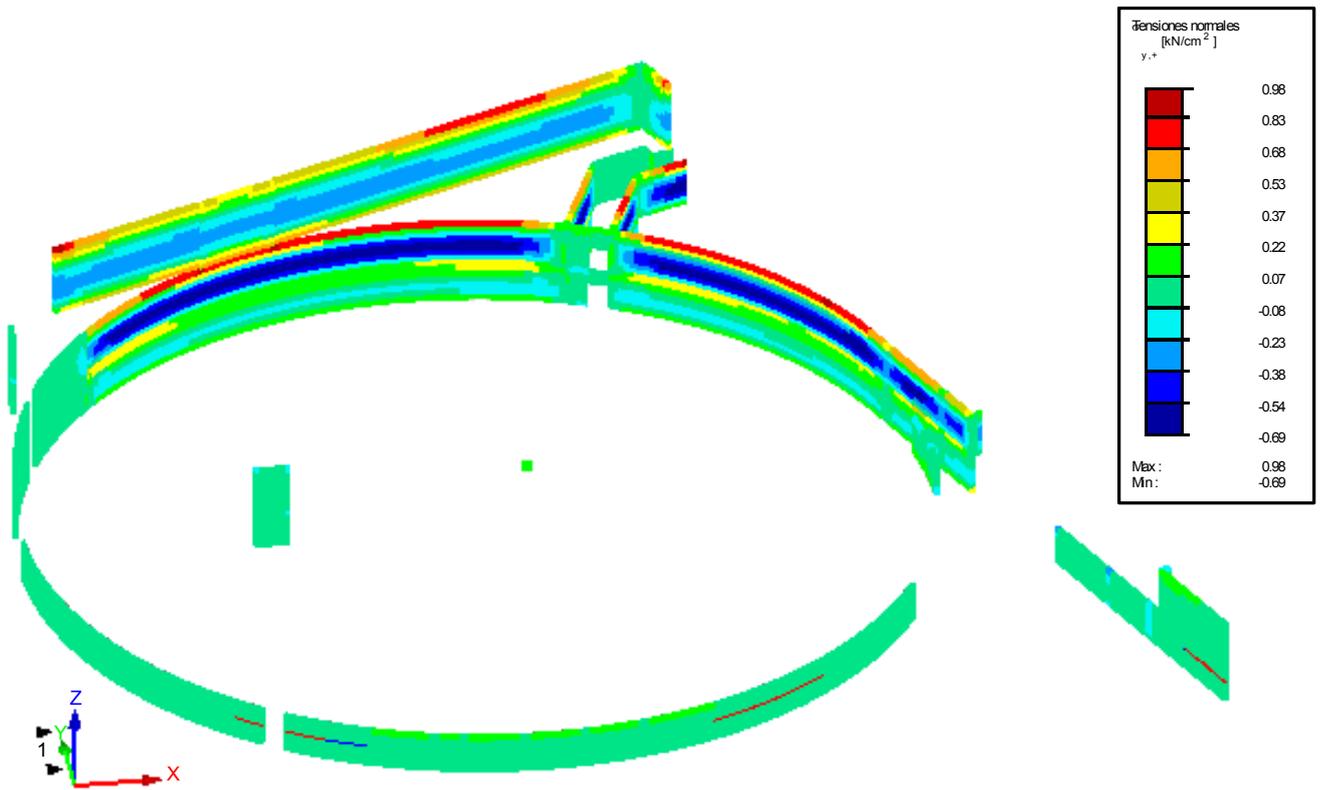


Fig.281. Muros.  $\sigma_{y+}$

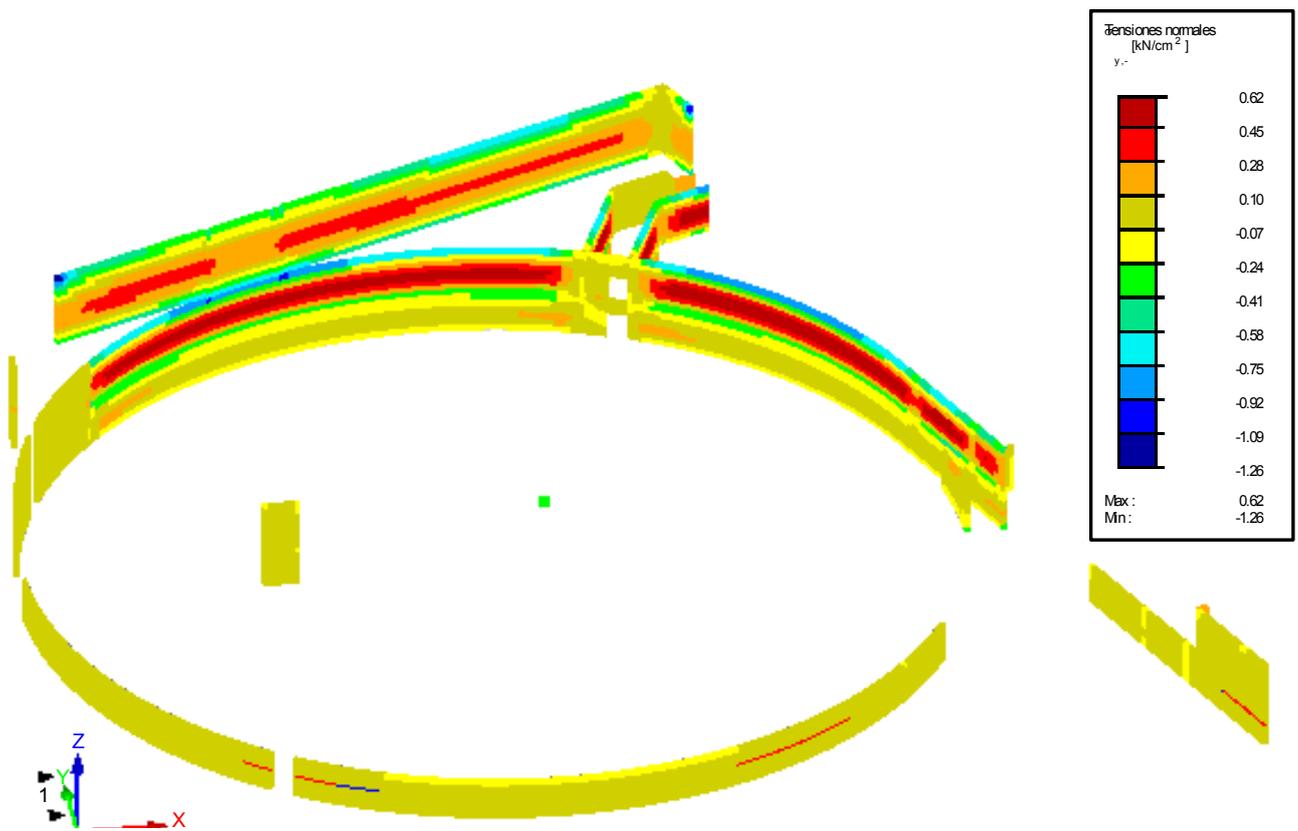


Fig.282. Muros.  $\sigma_{y-}$

Tensiones tangenciales  $\tau_{xy+}$ ,  $\tau_{xy-}$

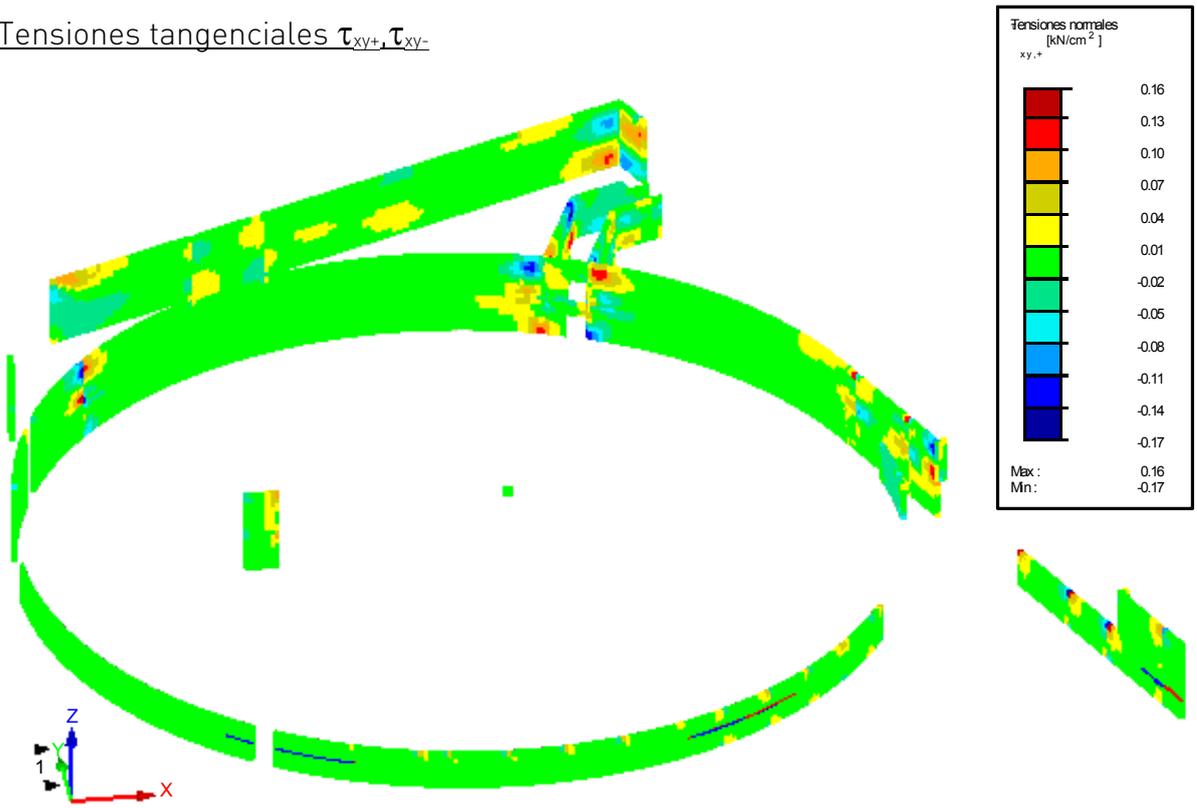


Fig.283. Muros.  $\tau_{xy+}$

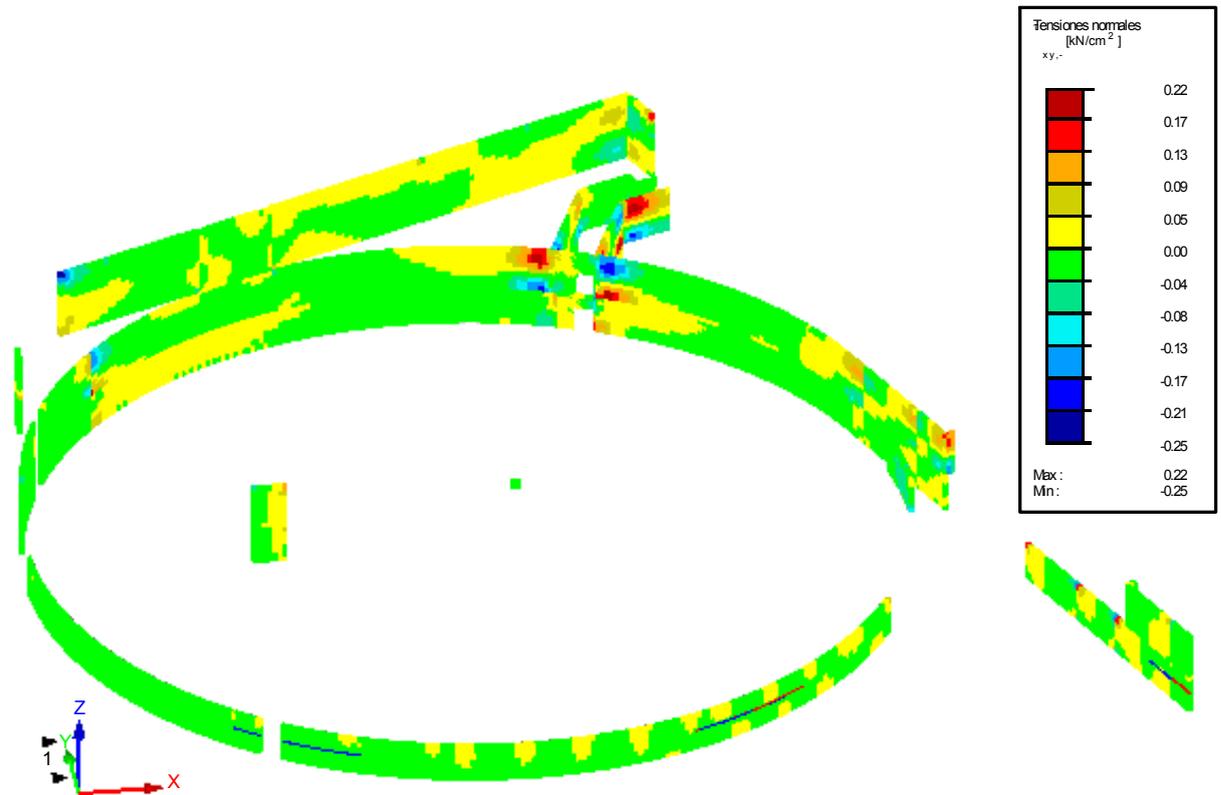


Fig.284. Muros.  $\tau_{xy-}$

## Conclusiones.

Los muros de sótano están especialmente influidos por la gran sobrecarga correspondiente al terreno. En concreto, los muros del sótano -2 a -3 se encuentran con una carga muy elevada tanto en la zona media del muro como en la cabeza. Esto ya se pudo intuir por las tensiones en el sótano -2, muy localizadas en este encuentro.

Como singularidades se ha de destacar también lo siguiente:

- Uniones de muros en ángulo. Son un punto de debilidad que se interpreta como una concentración de las presiones del terreno que aumenta las tensiones considerablemente. Este exceso de tensiones es el que se da en el forjado de la planta sótano -3 y que se debe obedece a una zona virtual que constructivamente no existe.

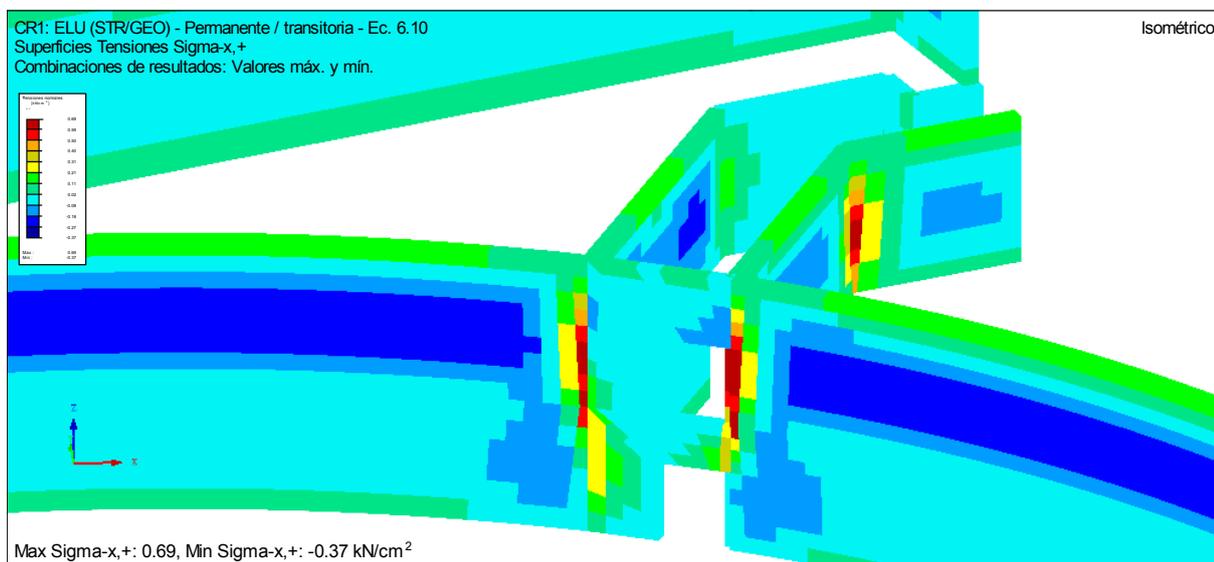


Fig.285. Tensiones normales en muro de planta sótano -3

Se han probado numerosas alternativas, entre ellas la colocación de un pilar en esta zona que no evita la existencia de estas tensiones por aumento de rigidez.

Por último se muestra las tensiones tangenciales en esta zona. Existe una localización de puntos críticos a lo largo del pasillo de evacuación. Estos puntos, fundamentalmente en el ámbito de las esquinas, se deben a las grandes diferencias geométricas que alteran la estructura.

La diferencia de proyecciones entre la distintas plantas y la existencia de cimentaciones a distintos niveles provocan interacciones estructurales que el diseño estructural trata de evitar añadiendo costes por el armado extra de refuerzo.

Las deformaciones de esta zona ayudan a la compresión, viendo que la forma de los esfuerzos se debe al “anclaje” del pasillo a la estructura existente.

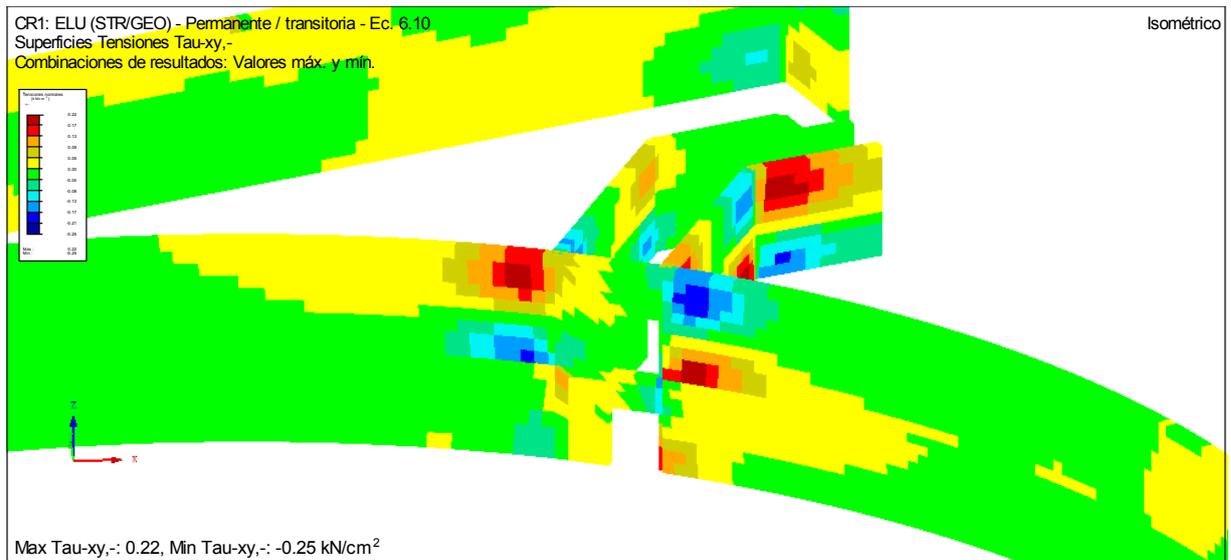


Fig.286. Tensiones tangenciales en muro de planta sótano -3. Vista 1

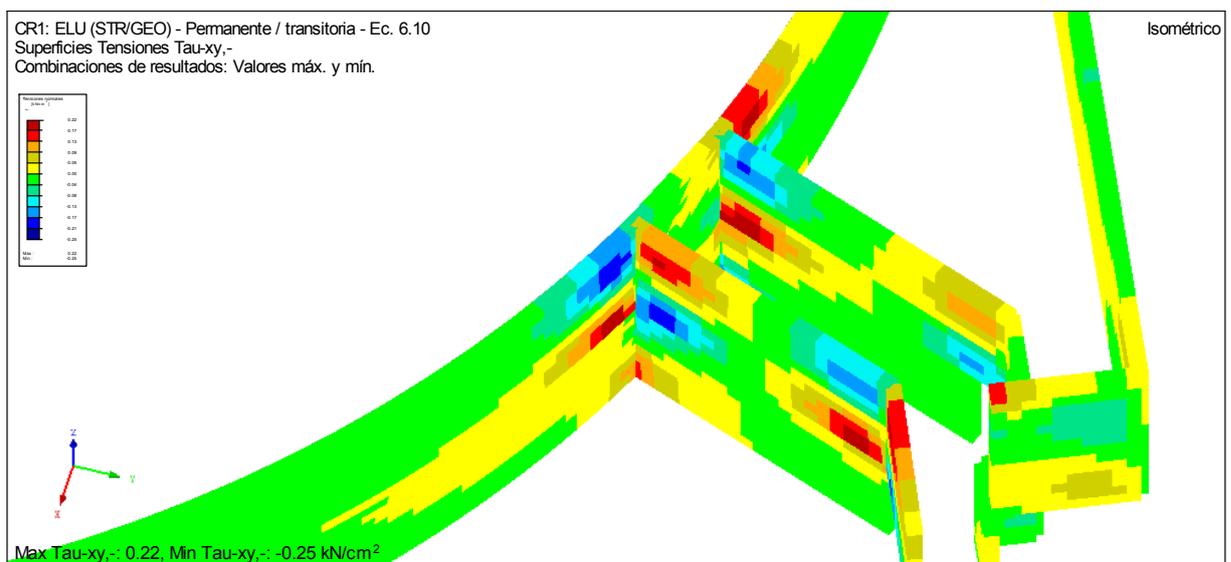


Fig.287. Tensiones tangenciales en muro de planta sótano -3. Vista 2

- Junta de hormigón muro de contención – muro estructural. De igual forma se producen unos puntos singulares en el lado superior izquierdo de la planta porque existe un tramo de muro donde se pasa de un muro exterior a un muro interior. Este cambio de cargas provoca unas tensiones muy elevadas, sobre todo a cortante.

Se pone de manifiesto en esta zona los puntos críticos señalados en el Capítulo 20 y que se deben a criterios de diseño arquitectónico, desvinculado del diseño estructural, lo que repercute en unos puntos con tensiones críticas.

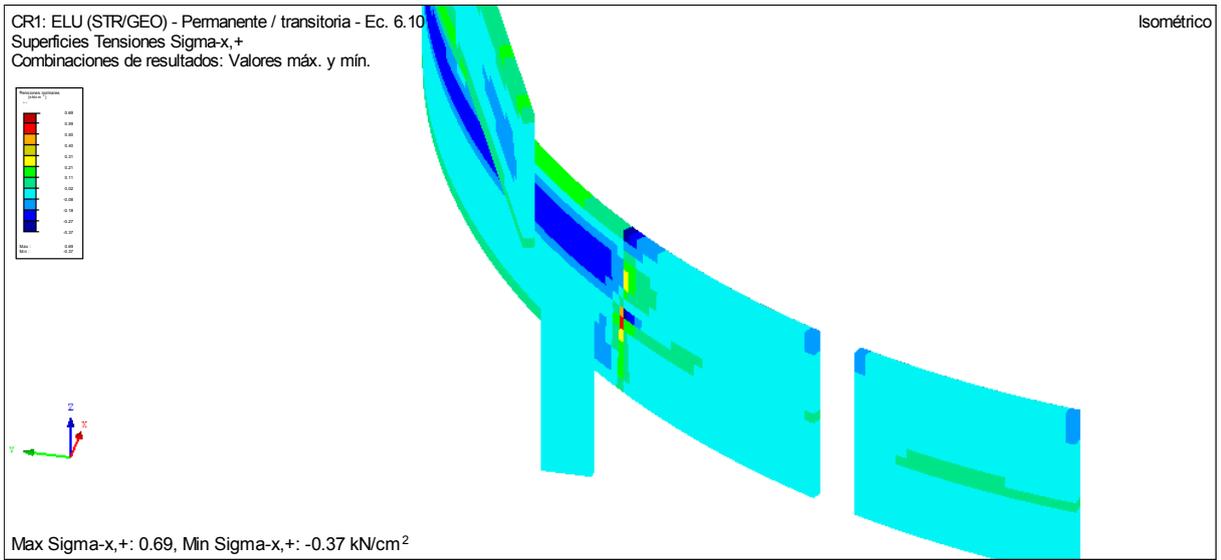


Fig.288. Tensiones normales en sótano -3. Vista muro 3

## 13.2 Armados

### 13.2.1 Planta Sótano -4.

Armado superior dirección x e y

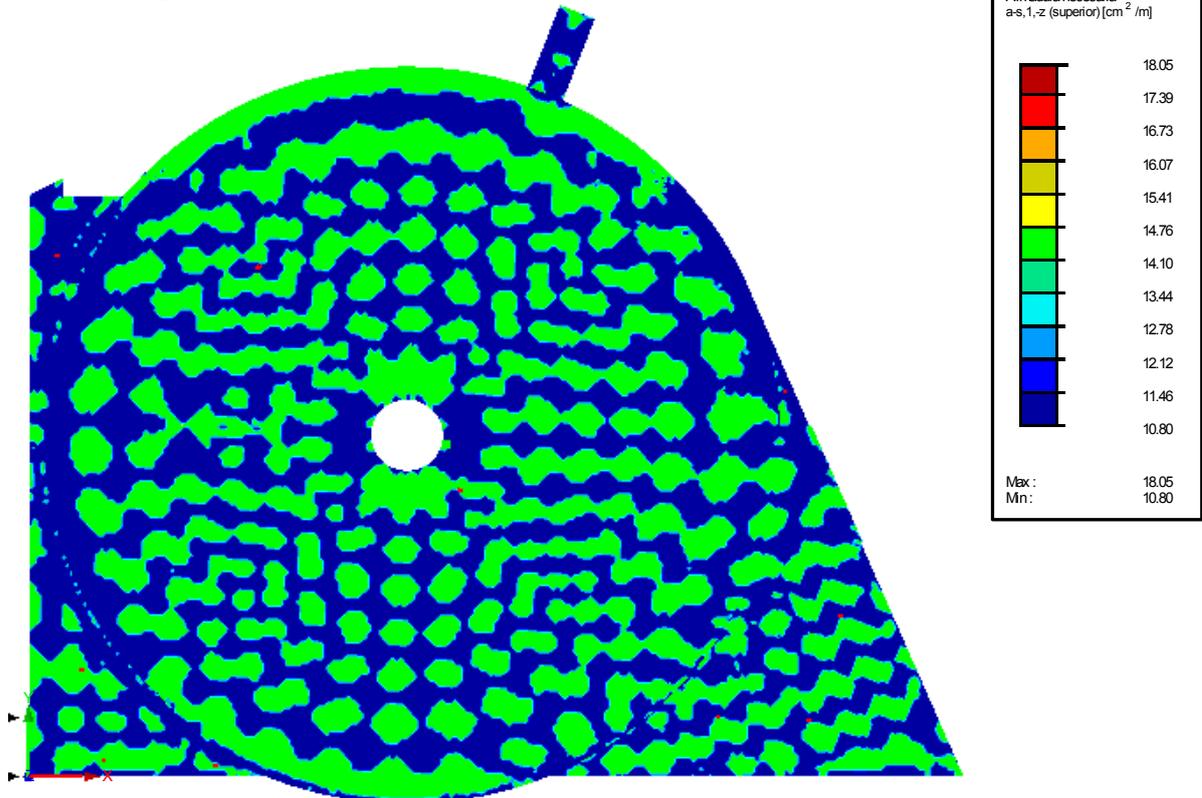


Fig.289. Planta sótano -4. Armado superior x

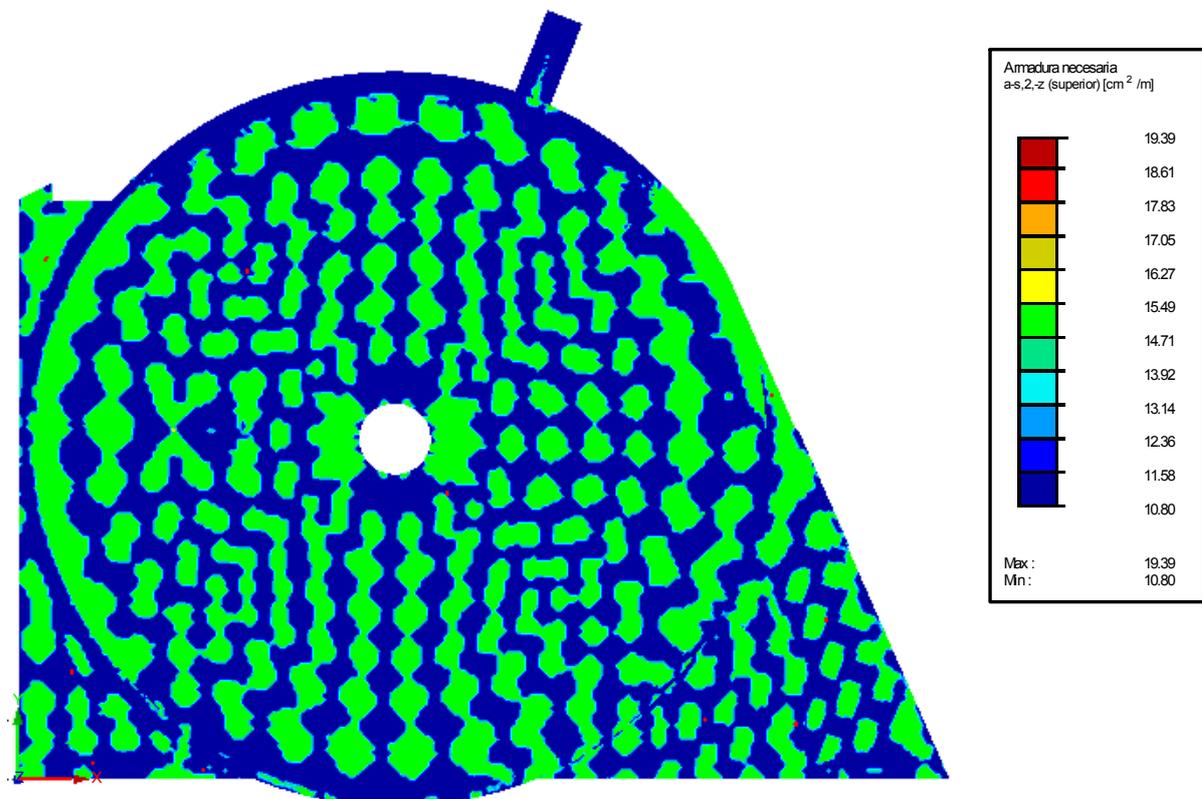


Fig.290. Planta sótano -4. Armado superior y

Armado inferior dirección x e y

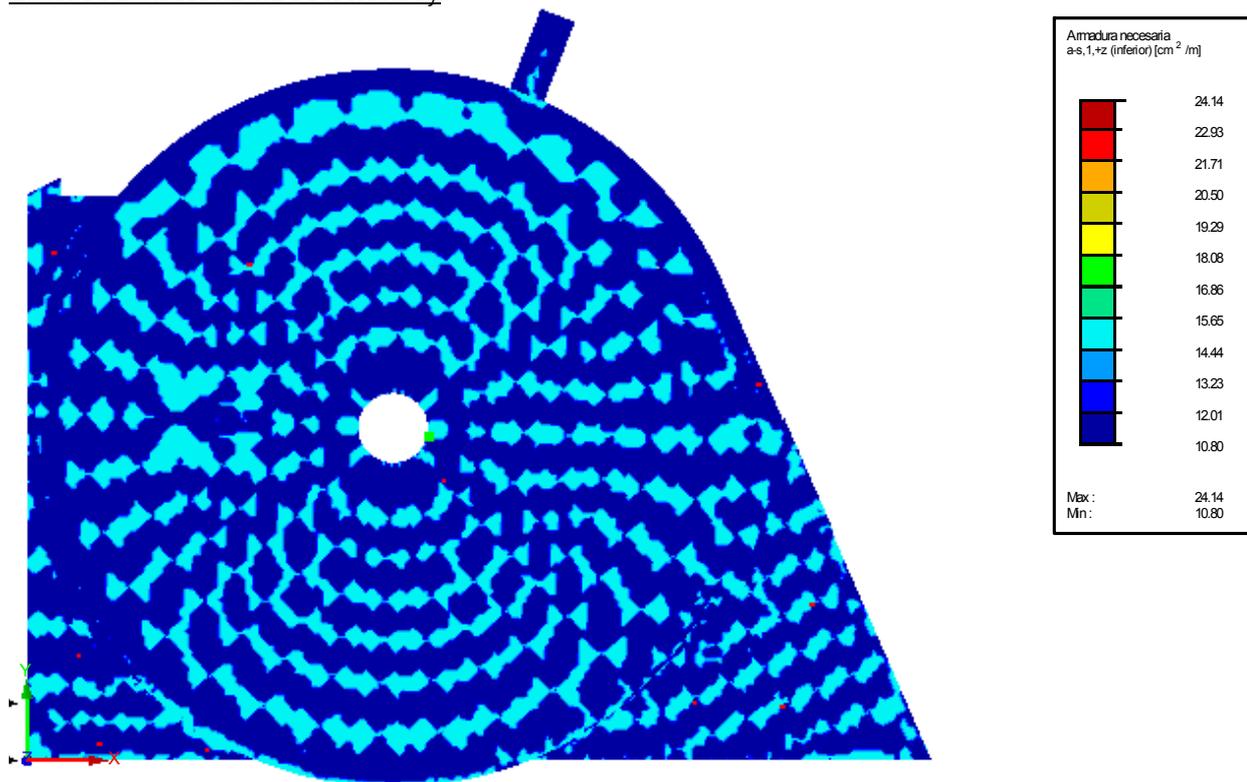


Fig.291. Planta sótano -4. Armado inferior x

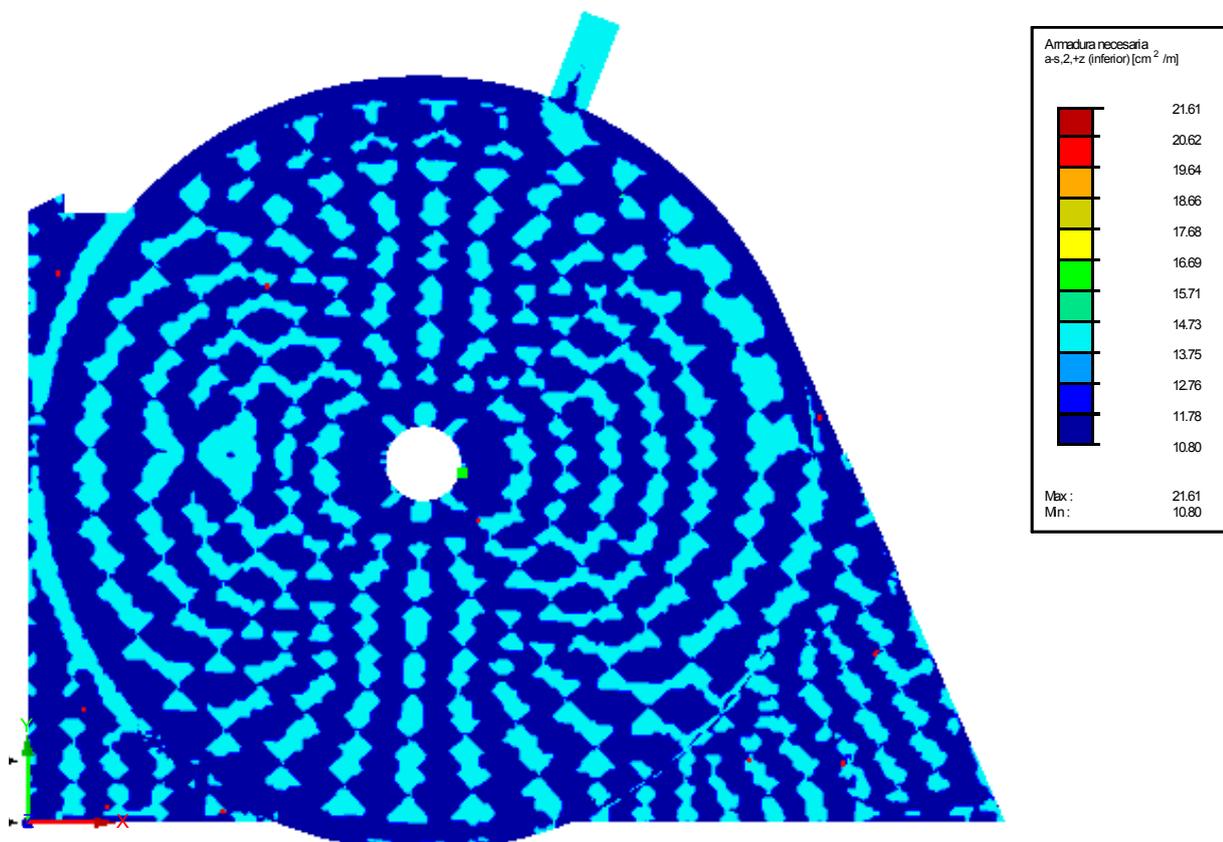


Fig.292. Planta sótano -4. Armado inferior y

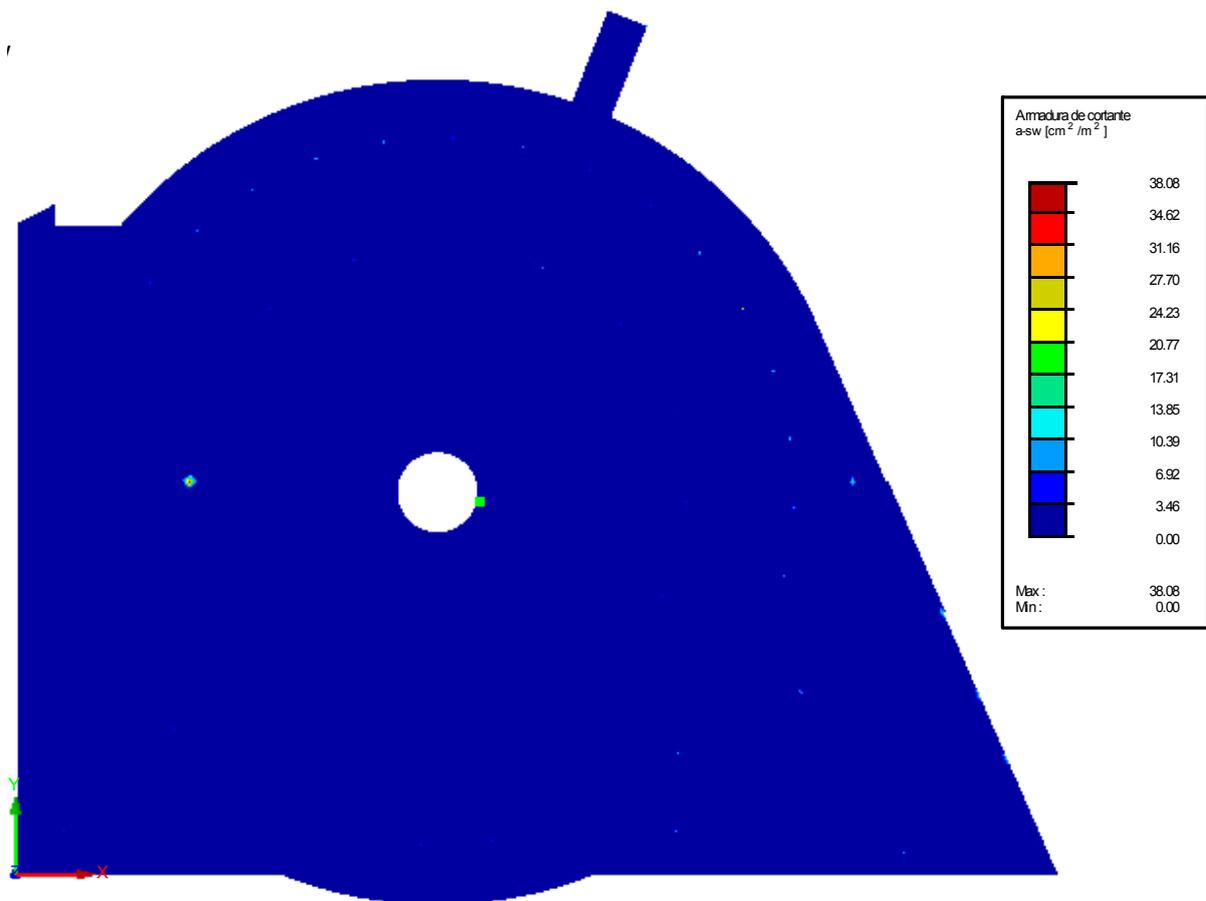


Fig.293. Planta sótano -4. Armado a cortante

### Conclusiones.

Los criterios de armado se basan en la disposición de una armadura base, que corresponde con la cuantía geométrica mínima, la cual se irá reforzando en función de la demanda reflejada en los esquemas de armado.

La losa de cimentación, de canto constante 60 cm, se arma con una armadura base igual a la cuantía geométrica mínima del 0,18%, pero era muy básica y se optó por subirla. Para ello se tendría que armar con  $\phi 20$  c/25 cm en cada cara, consiguiendo 12,56 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. El máximo armado posible es de 24,14 cm<sup>2</sup>/m, para lo cual se duplicaría la armadura, colocando  $\phi 20$  c/12,5 cm. El plano A33 recoge el esquema de armado longitudinal y de la situación de los refuerzos.

Para la armadura de cortante se colocaran crucetas en los pilares atendiendo a la necesidad de armadura. Para ello se disponen 3 crucetas en función de la demanda en los pilares, según se refleja en el plano A34, armadura a cortante.

- Cruceta 1: Hasta 40 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>
- Cruceta 2: Hasta 32 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>
- Cruceta 3: Hasta 48 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

En el arranque de los muros 2 y 3 se coloca una viga con una densidad de cercos que equivalga a una armadura de 20 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

### 13.2.2 Planta Sótano -3.

#### Armado superior dirección x e y

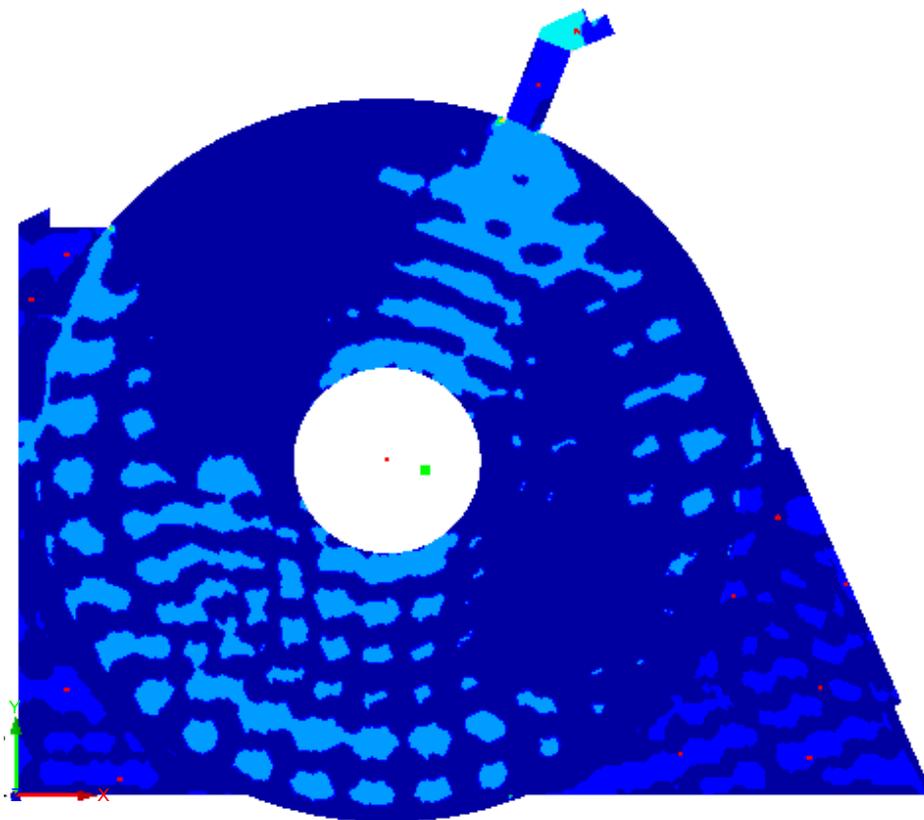


Fig.294. Planta sótano -3. Armado superior x

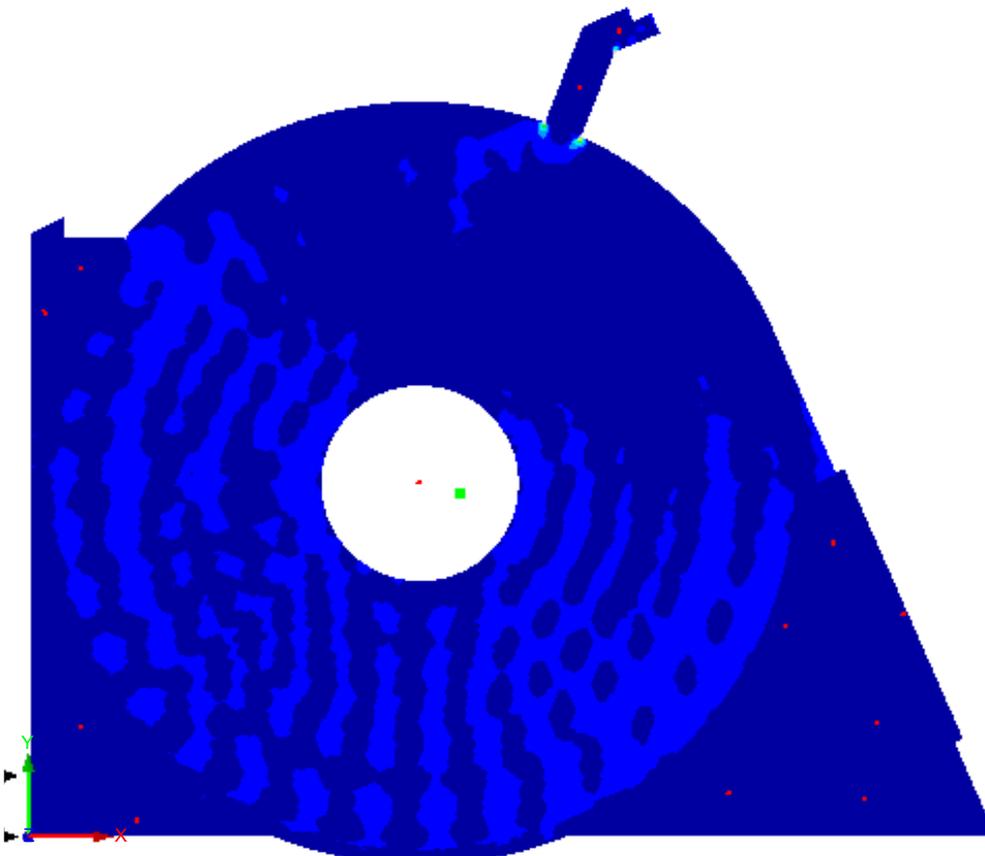
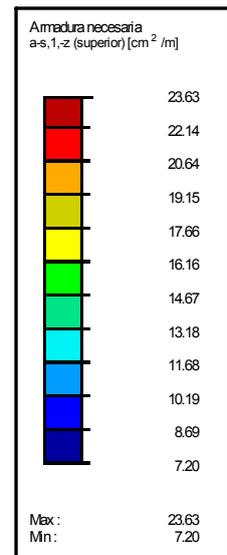
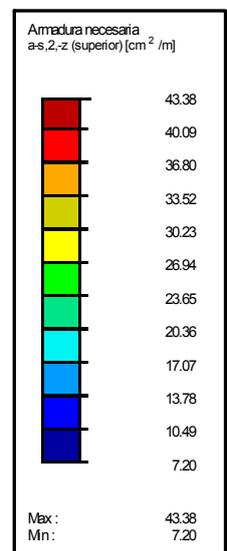


Fig.295. Planta sótano -3. Armado superior y



Armado inferior dirección x e y

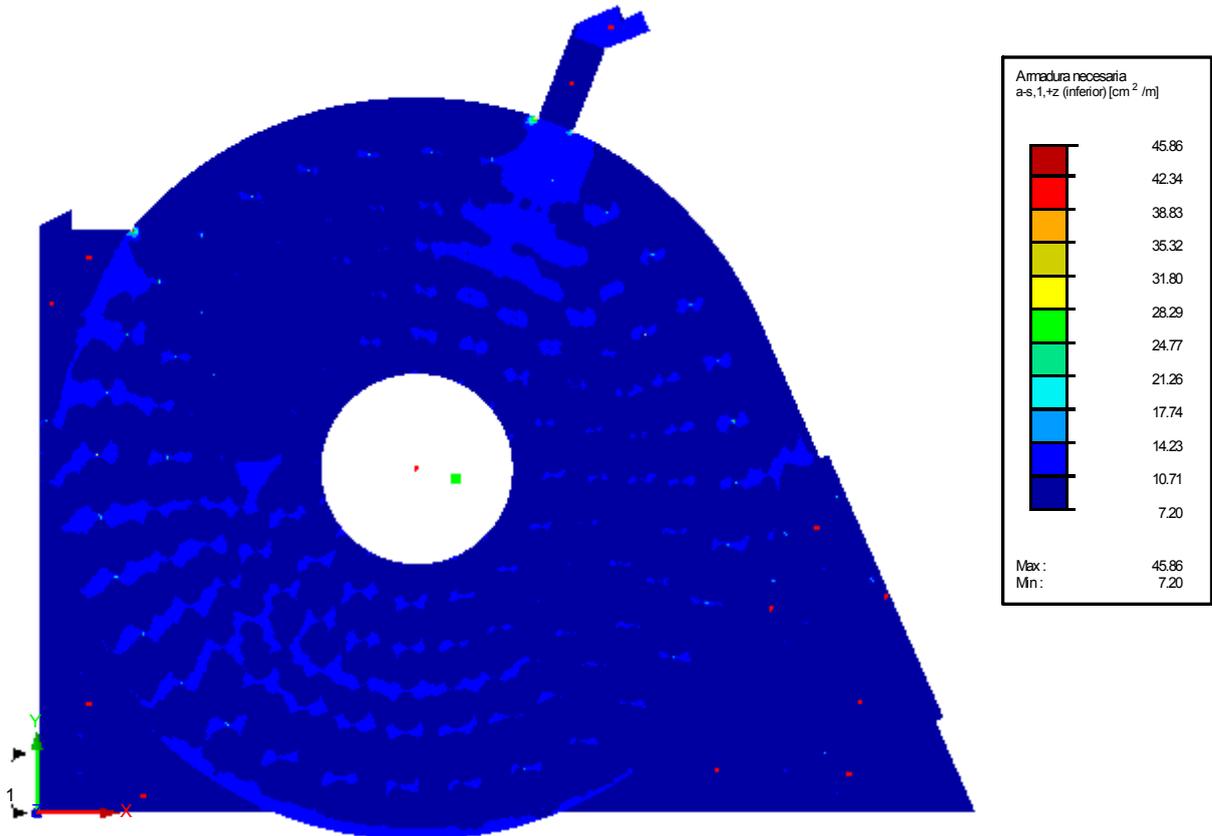


Fig.296. Planta sótano -3. Armado inferior x

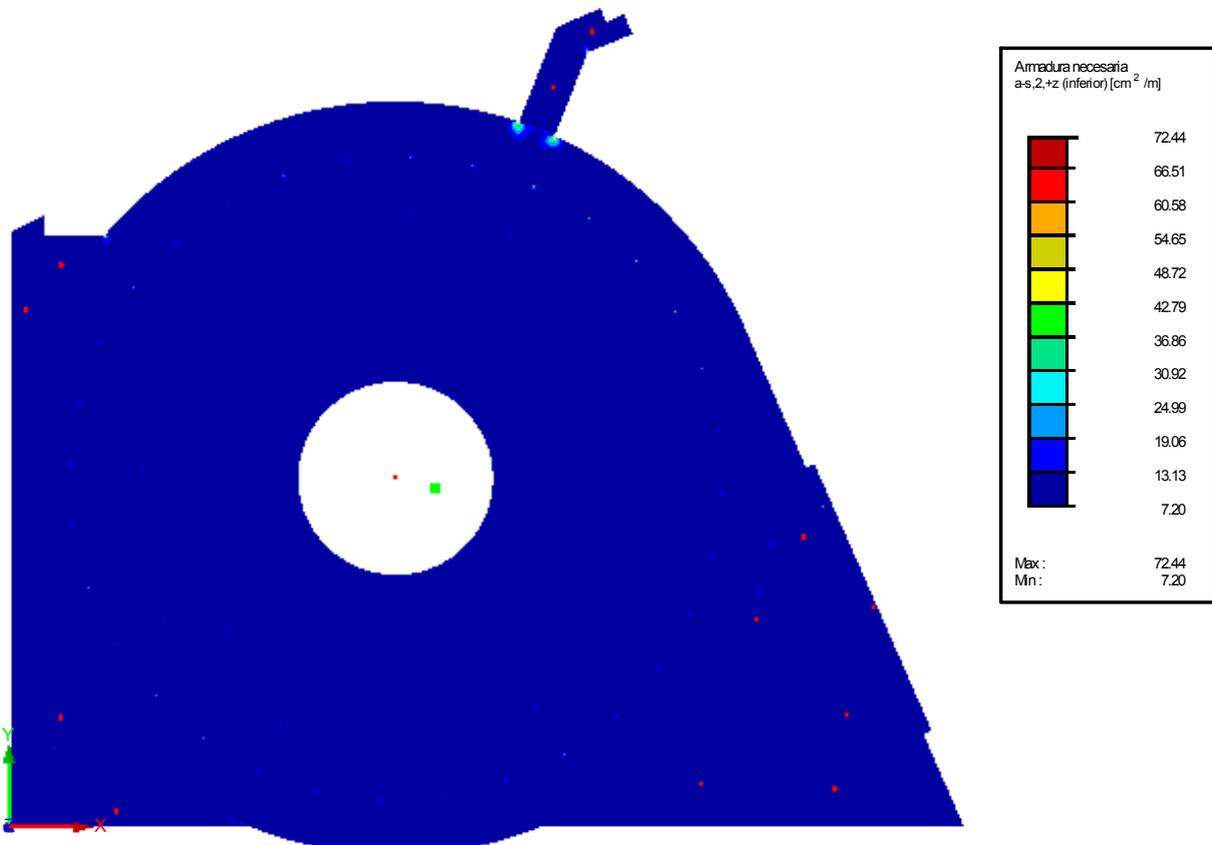


Fig.297. Planta sótano -3. Armado inferior y

## Armado a cortante

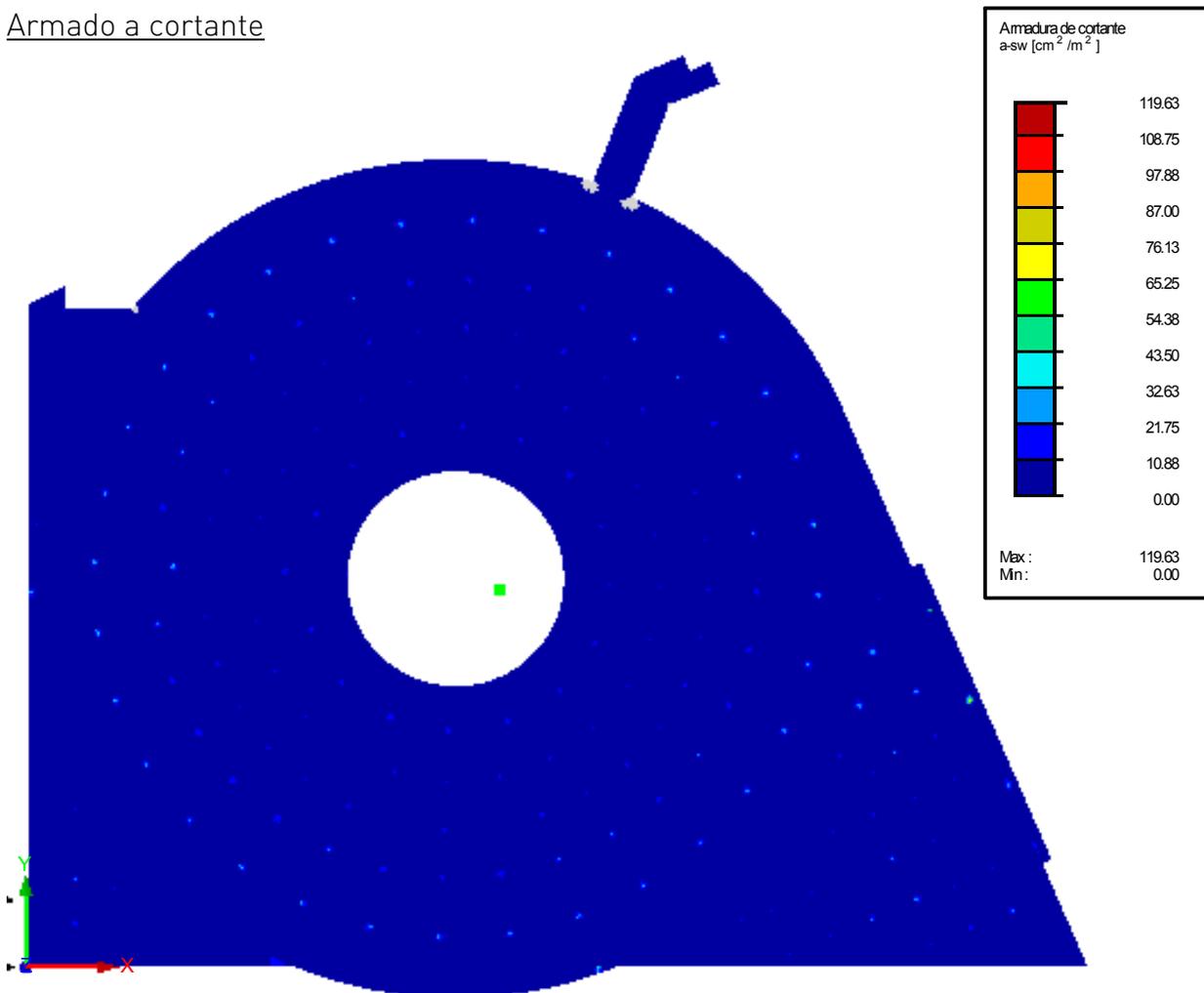


Fig.298. Planta sótano -3. Armado a cortante

### Conclusiones.

Dado que hay poca variación entre el armado máximo y mínimo en la generalidad de las losas se armará con el más desfavorable (las variaciones son e 4 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>). En el plan A35 se disponen 2 armados:

Losa de 45 cm:  $\phi 20$  c/15 cm en armadura superior e inferior

Losa de 40 cm:  $\phi 20$  c/25 cm en armadura superior e inferior

Existe una demanda de armadura en la cabeza de los pilares que se suple con el armado longitudinal para el punzonamiento.

Para la armadura de cortante se colocaran crucetas en los pilares atendiendo a la necesidad de armadura. Para ello se disponen 3 crucetas en función de la demanda en los pilares, según se refleja en el plano A36, armadura a cortante.

- Cruceta 1: Hasta 32 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>
- Cruceta 2: Hasta 48 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>
- Cruceta 3: Hasta 120 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

En el arranque de algunos muros se coloca una viga con una densidad de cercos que equivalga a una armadura de 120 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

### 13.2.3 Planta Sótano -2. Armado superior dirección x e y

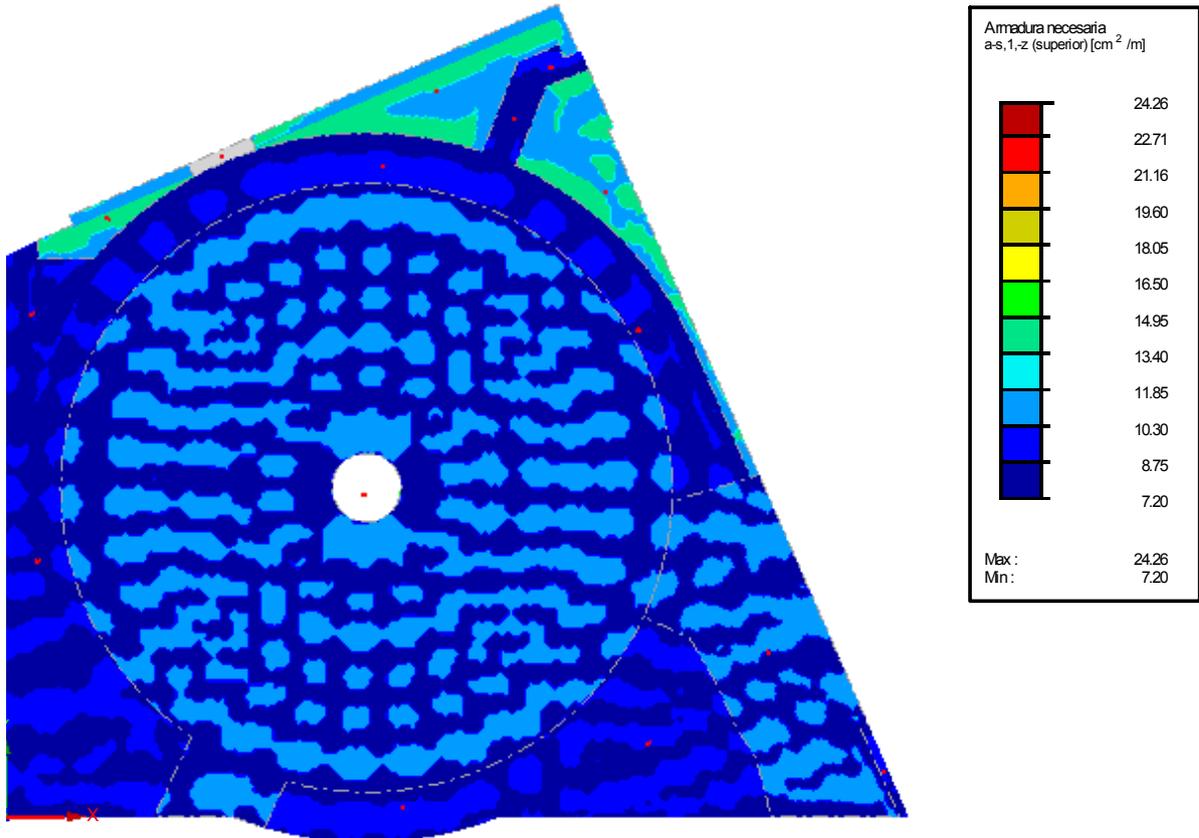


Fig.299. Planta sótano -2. Armado superior x

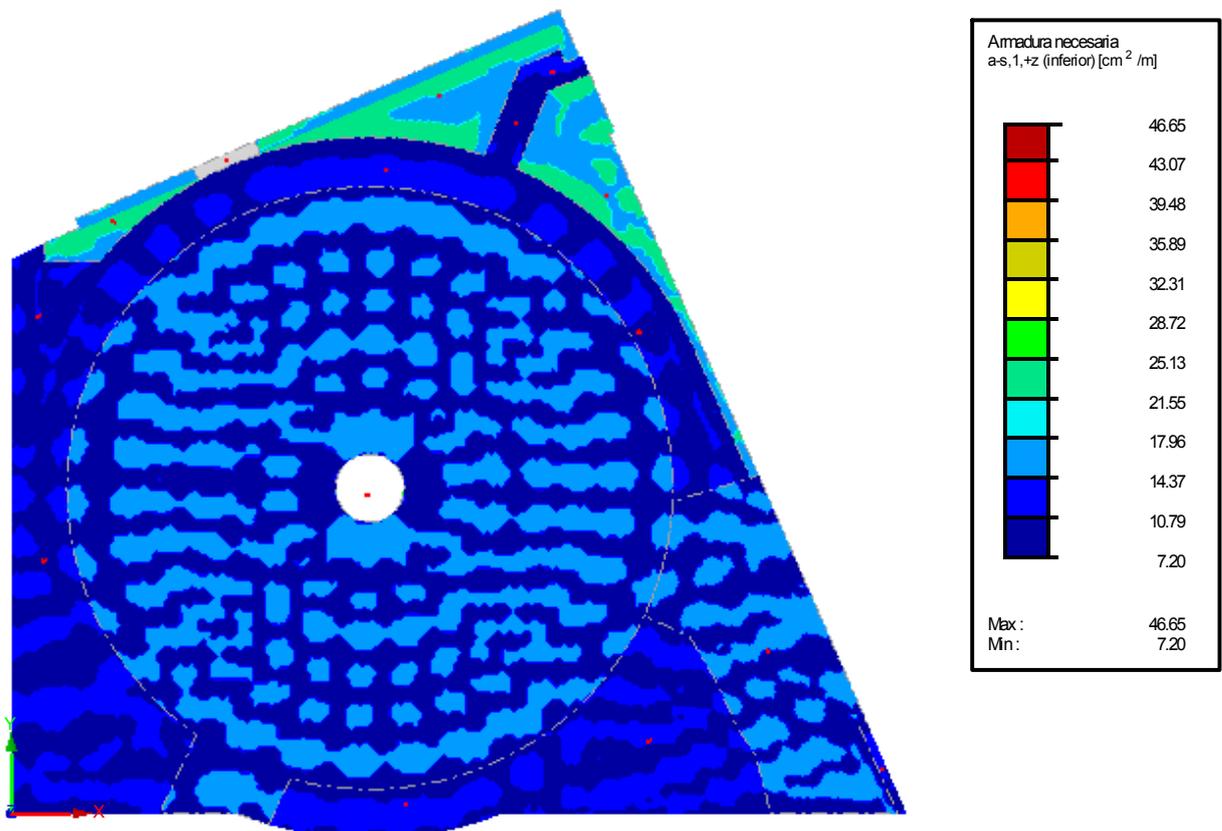


Fig.300. Planta sótano -2. Armado superior y

Armado inferior dirección x e y

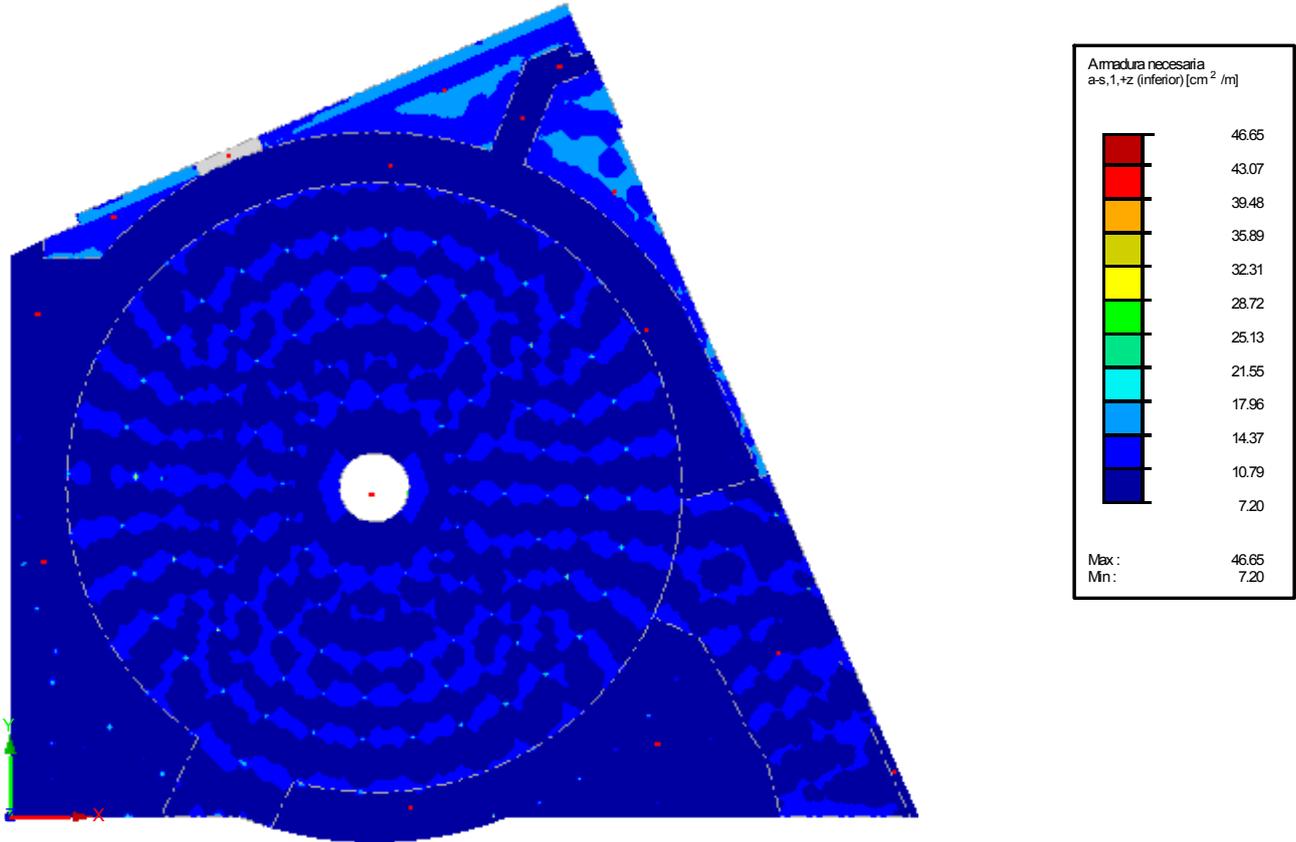


Fig.301. Planta sótano -2. Armado inferior x

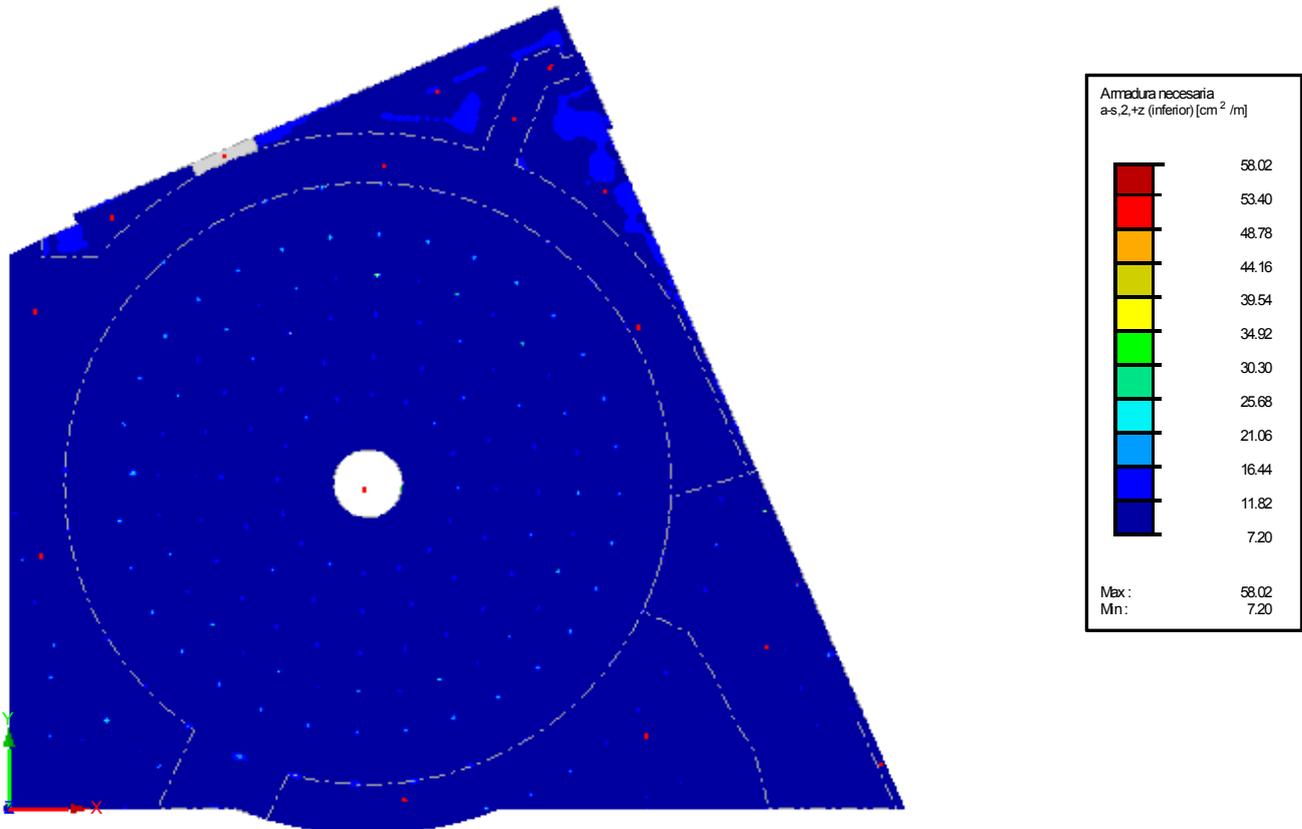


Fig.302. Planta sótano -2. Armado inferior y

## Armado a cortante

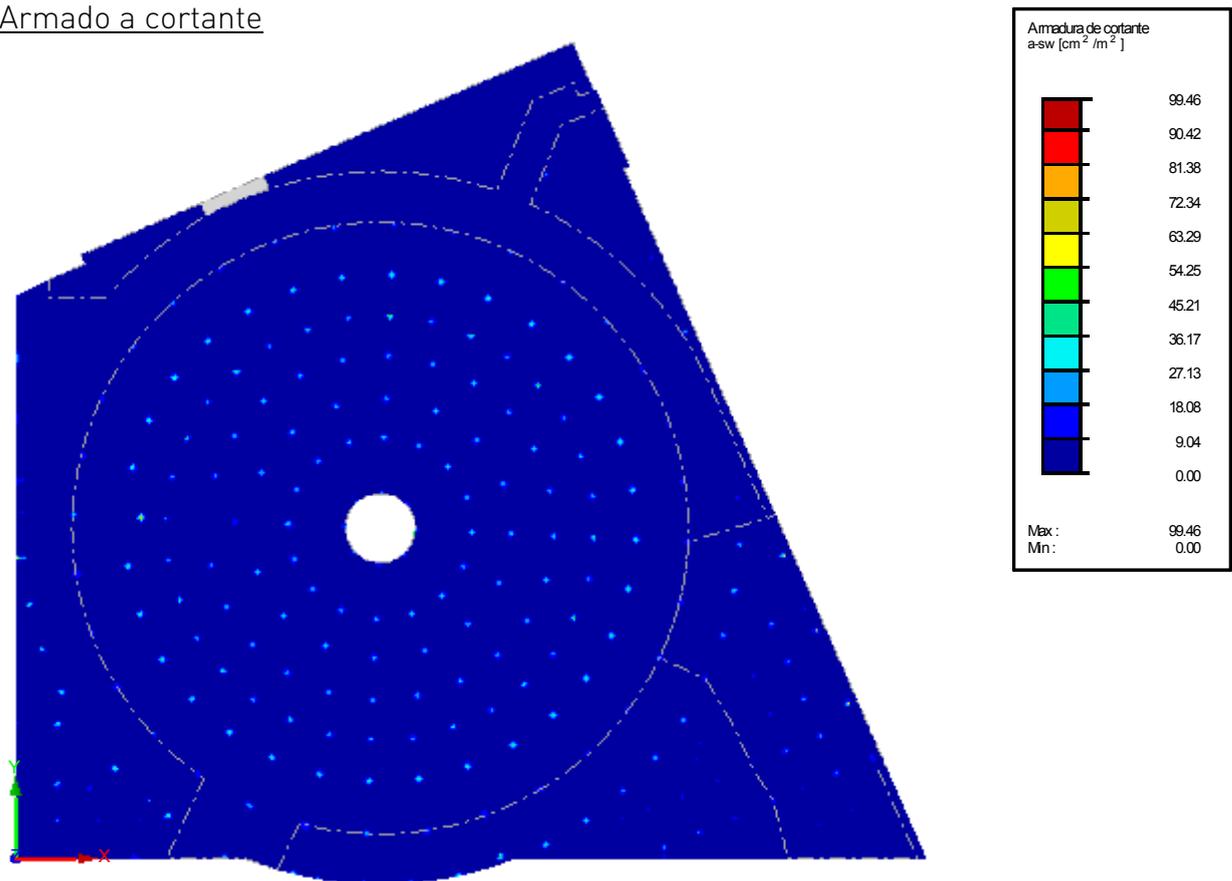


Fig.303. Planta sótano -2. Armado a cortante

## Conclusiones.

### Losa de forjado.

Dado que hay poca variación entre el armado máximo y mínimo en la generalidad de las losas se armará con el más desfavorable (las variaciones son e 4 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>). En el plan A37 se disponen 2 armados:

Losa de 45 cm:  $\phi 20$  c/25 cm en armadura superior e inferior

Losa de 40 cm:  $\phi 20$  c/25 cm en armadura superior e inferior

Existe una demanda de armadura en la cabeza de los pilares que se suplirá con el armado longitudinal para el punzonamiento.

Para la armadura de cortante se colocaran crucetas en los pilares atendiendo a la necesidad de armadura. Para ello se disponen 3 crucetas en función de la demanda en los pilares, según se refleja en el plano A38, armadura a cortante.

- Cruceta 1: Hasta 32 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>
- Cruceta 2: Hasta 48 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>
- Cruceta 3: Hasta 120 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

### **Losa de cimentación.**

En cuanto al armado longitudinal, se toma la misma premisa que en los forjados, con una armadura de  $\phi 20$  c/25 cm superior e inferior

El armado a cortante se describe en el punto anterior.

### 13.2.4 Planta Sótano -1. Armado superior dirección x e y

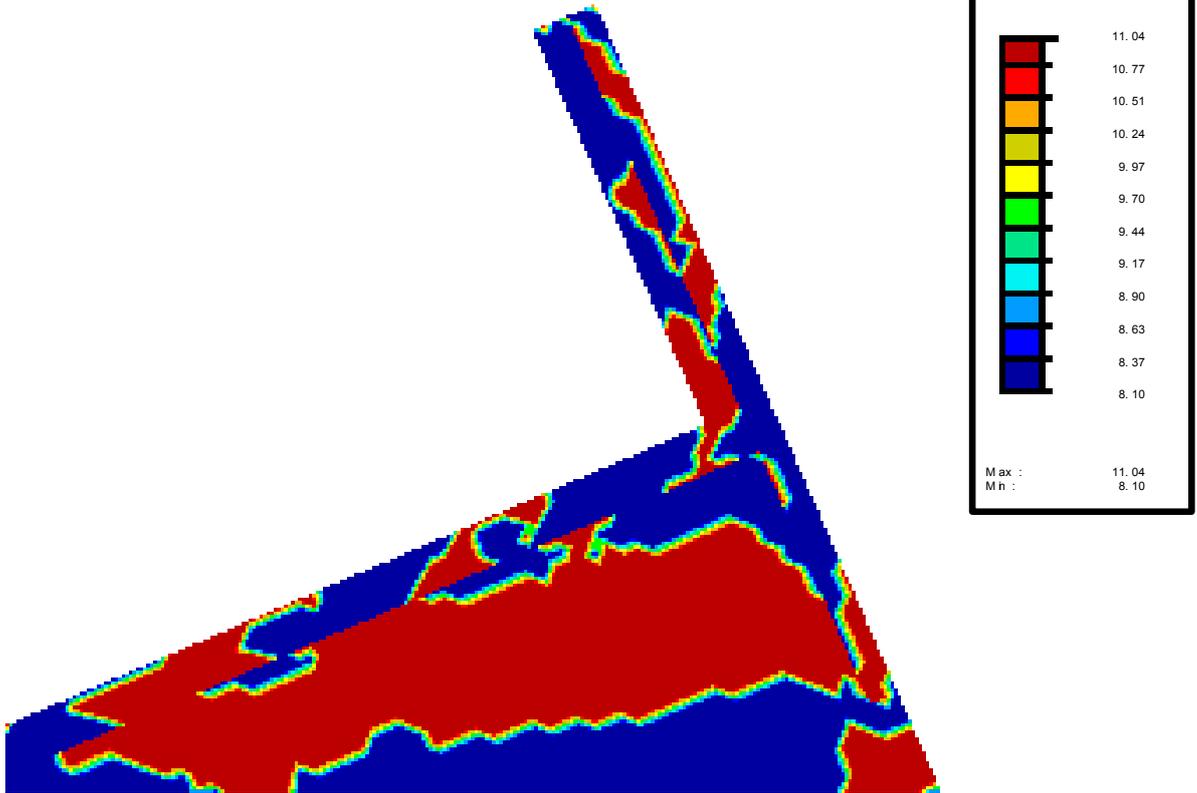


Fig.304. Planta sótano -1. Armado superior x

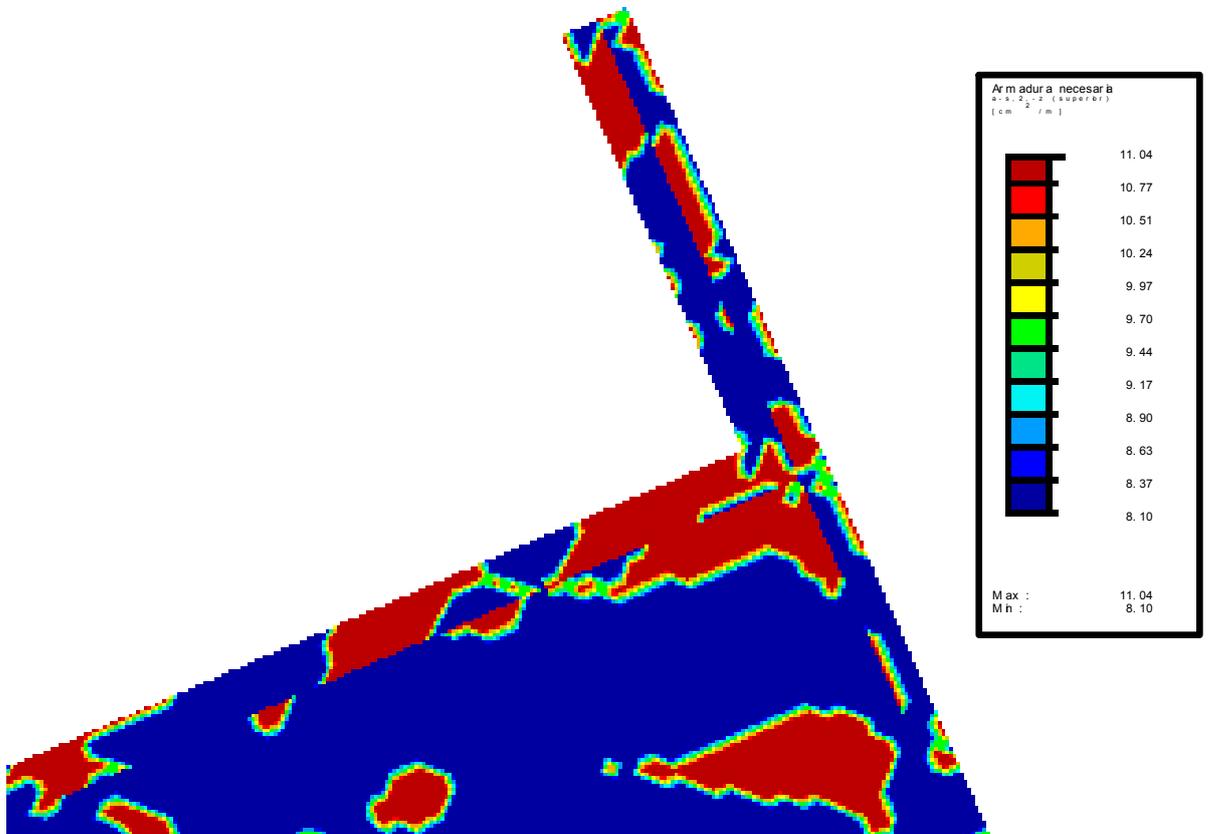


Fig.305. Planta sótano -1. Armado superior y

Armado inferior dirección x e y

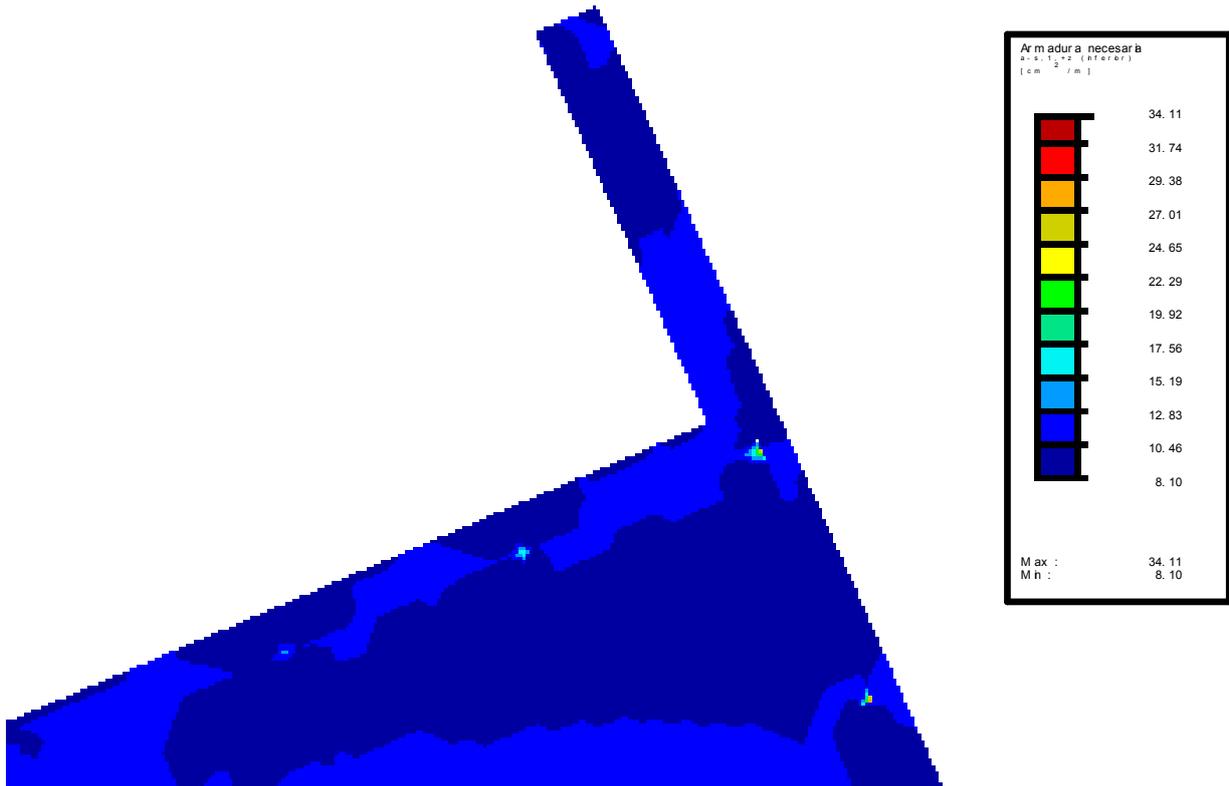


Fig.306. Planta sótano -1. Armado inferior x

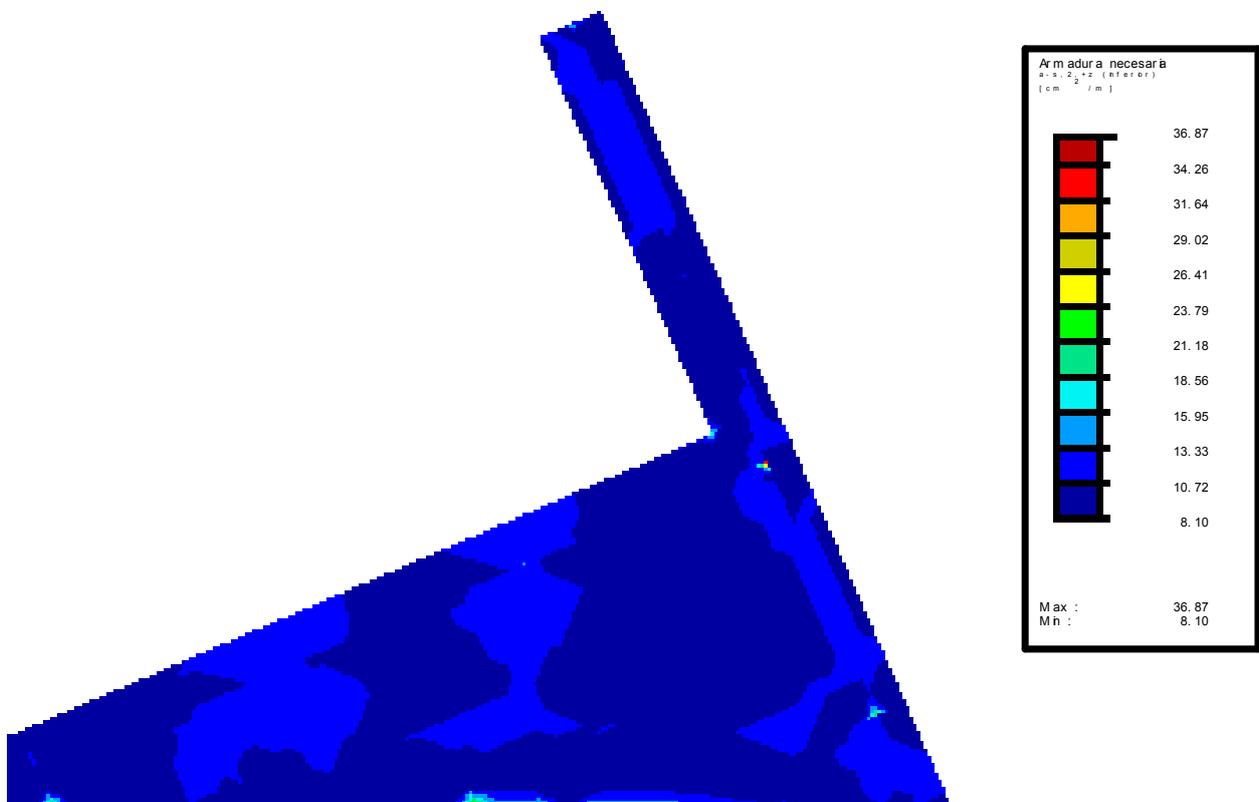


Fig.307. Planta sótano -4. Armado inferior y

## Armado a cortante

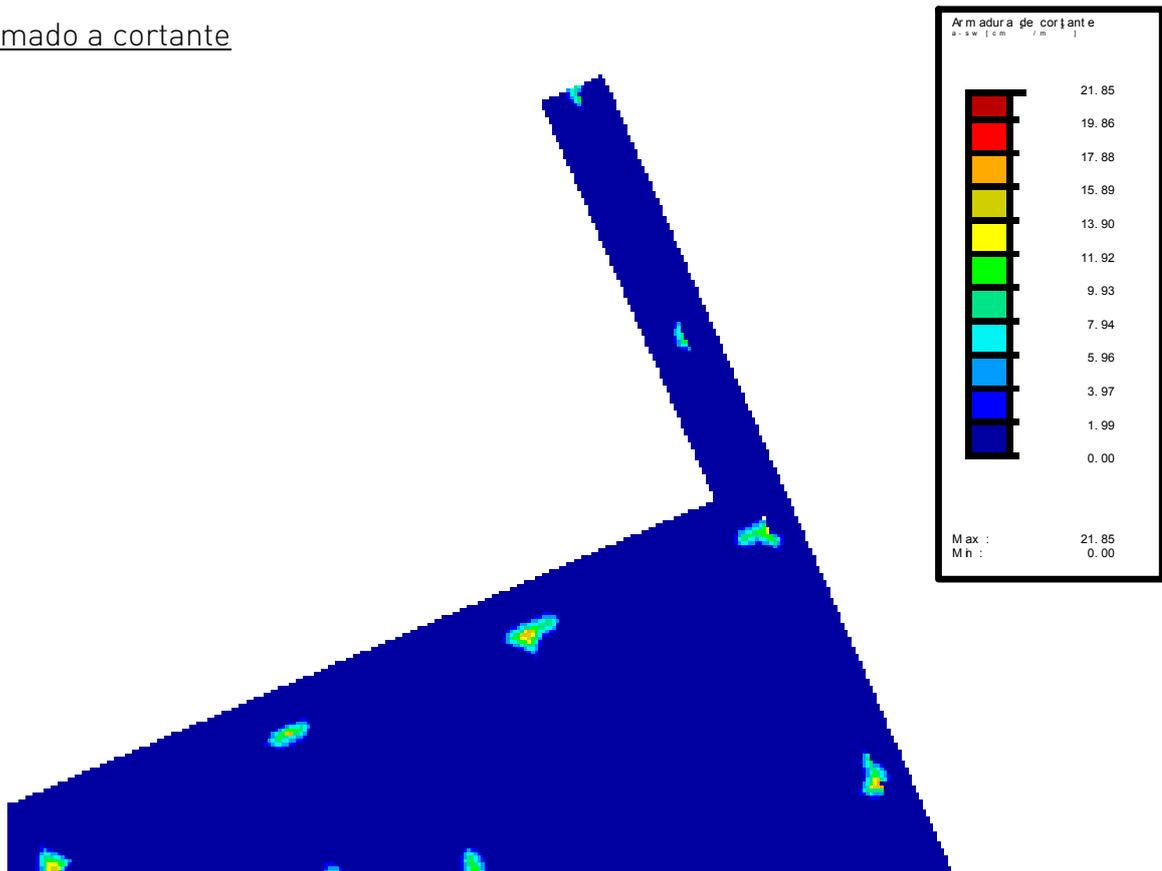


Fig.308. Planta sótano -1. Armado a cortante

## Conclusiones.

Dado que hay poca variación entre el armado máximo y mínimo en la generalidad de las losas se armará con el más desfavorable (las variaciones son e 4 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>). En el plan A39 se disponen  $\phi 20$  c/15 cm en armadura superior e inferior

Existe una demanda de armadura en la cabeza de los pilares que se suple con el armado longitudinal para el punzonamiento.

Para la armadura de cortante se colocaran crucetas en los pilares atendiendo a la necesidad de armadura. Para ello se disponen la cruceta tipo 3, que cubre una demanda de hasta 120 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>

Planta 0.

Armado superior dirección x e y

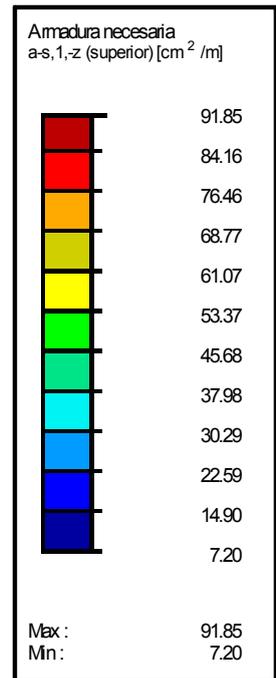
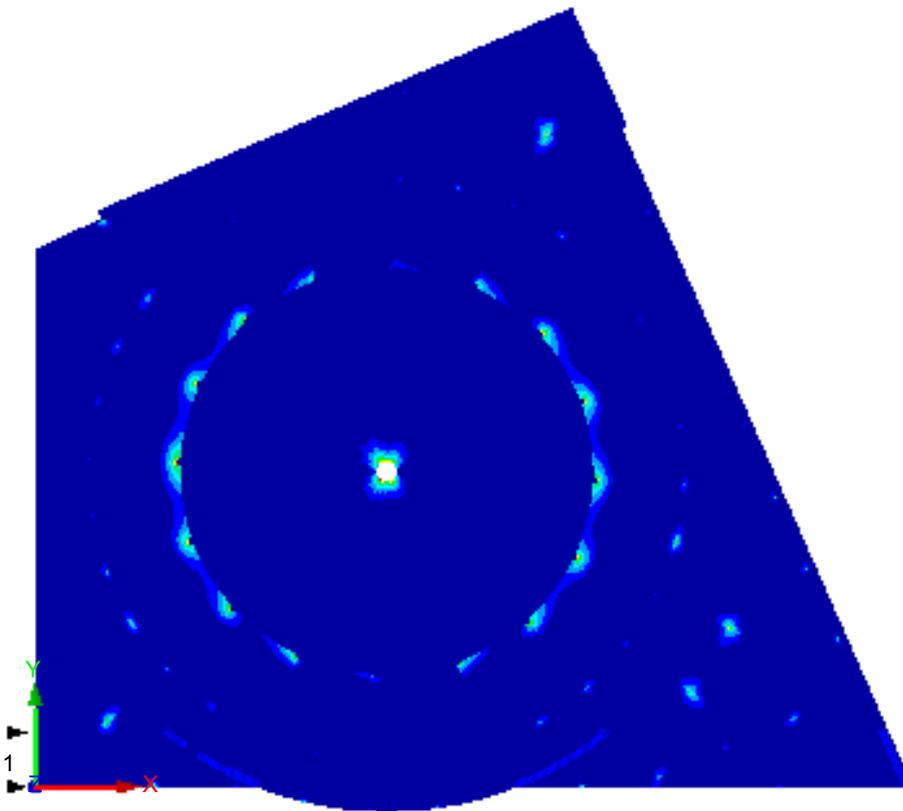


Fig.309. Planta 0. Armado superior x

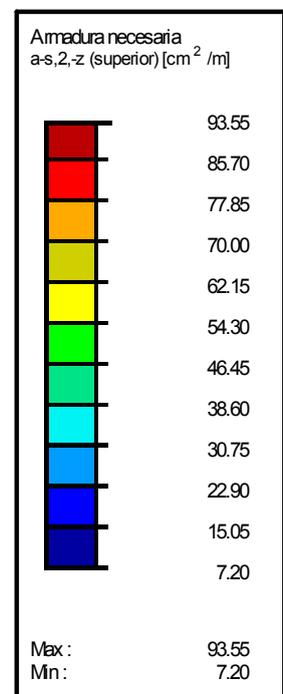
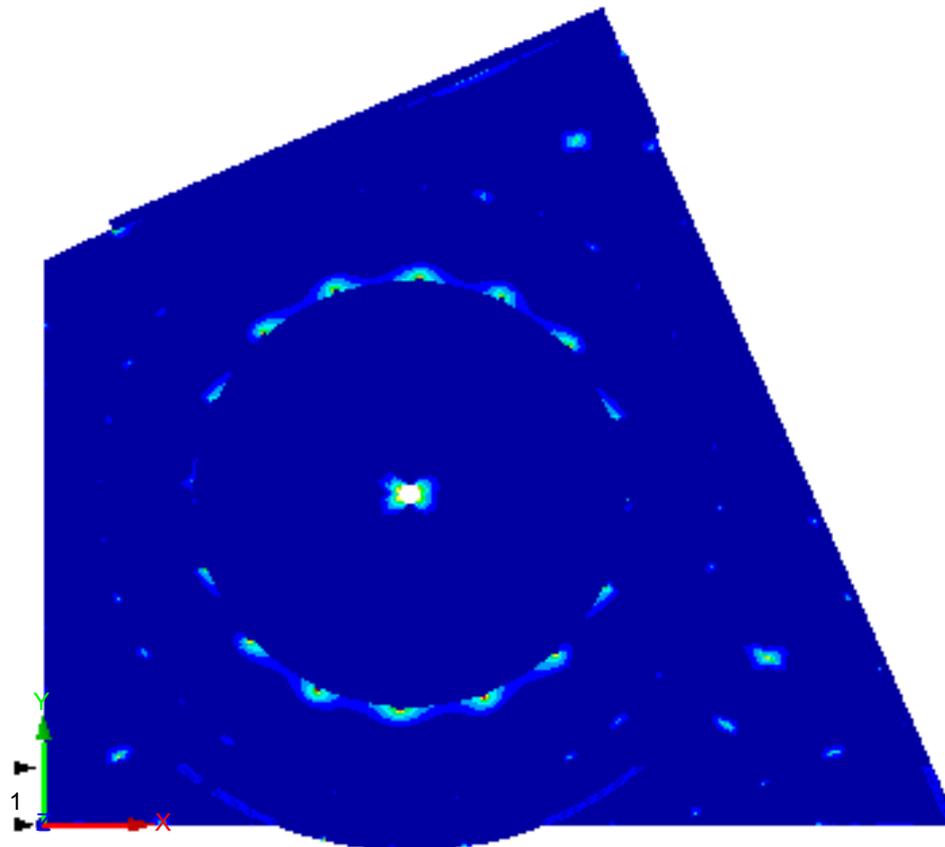


Fig.310. Planta 0. Armado superior y

Armado inferior dirección x e y

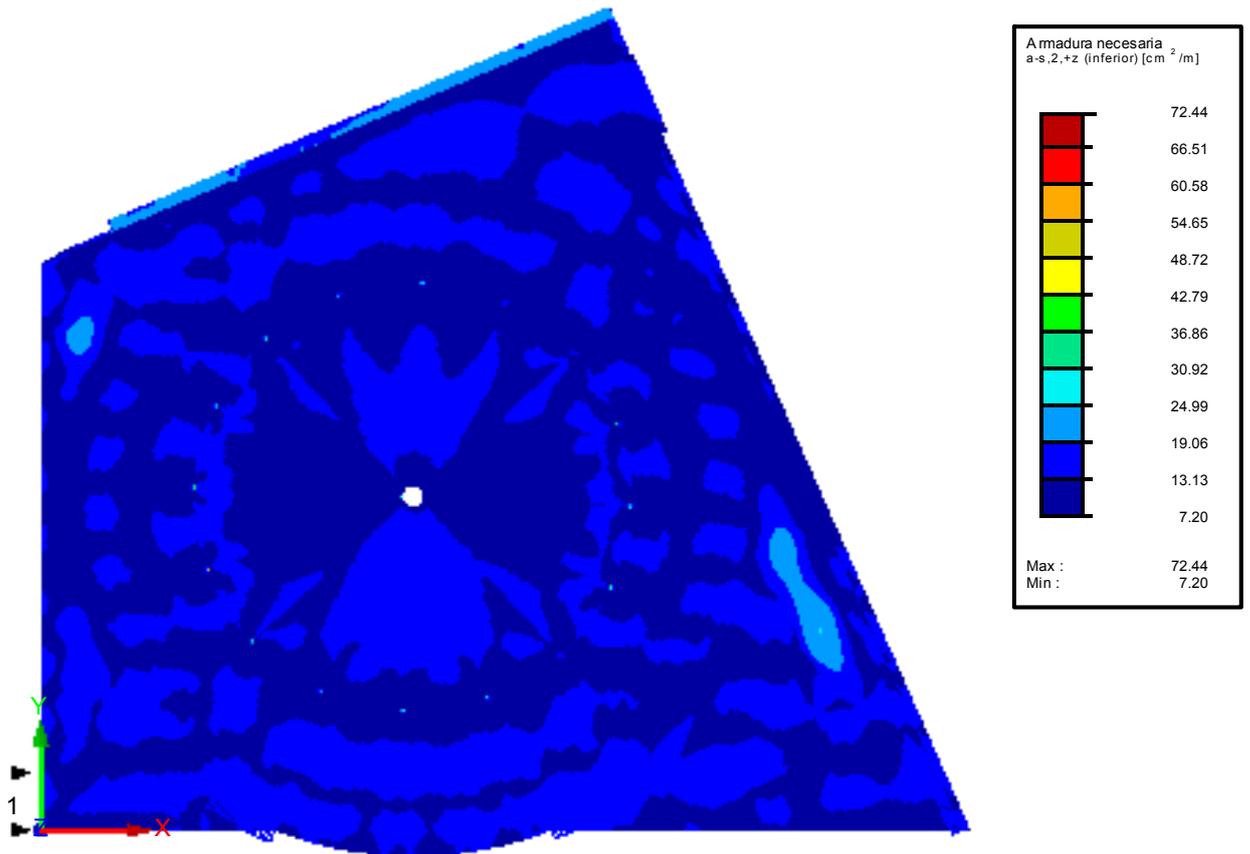


Fig.311. Planta 0. Armado inferior x

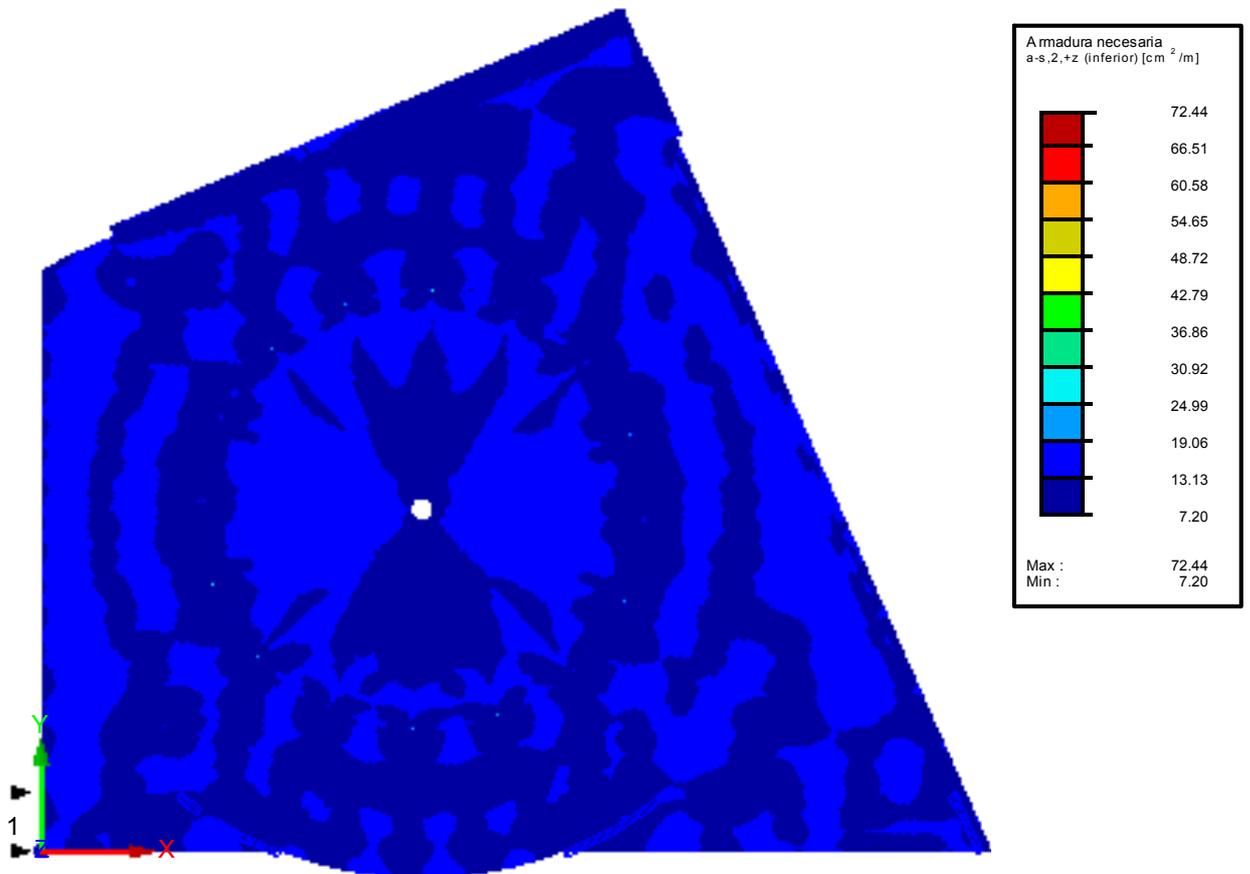


Fig.312. Planta 0. Armado inferior y

Armado a cortante

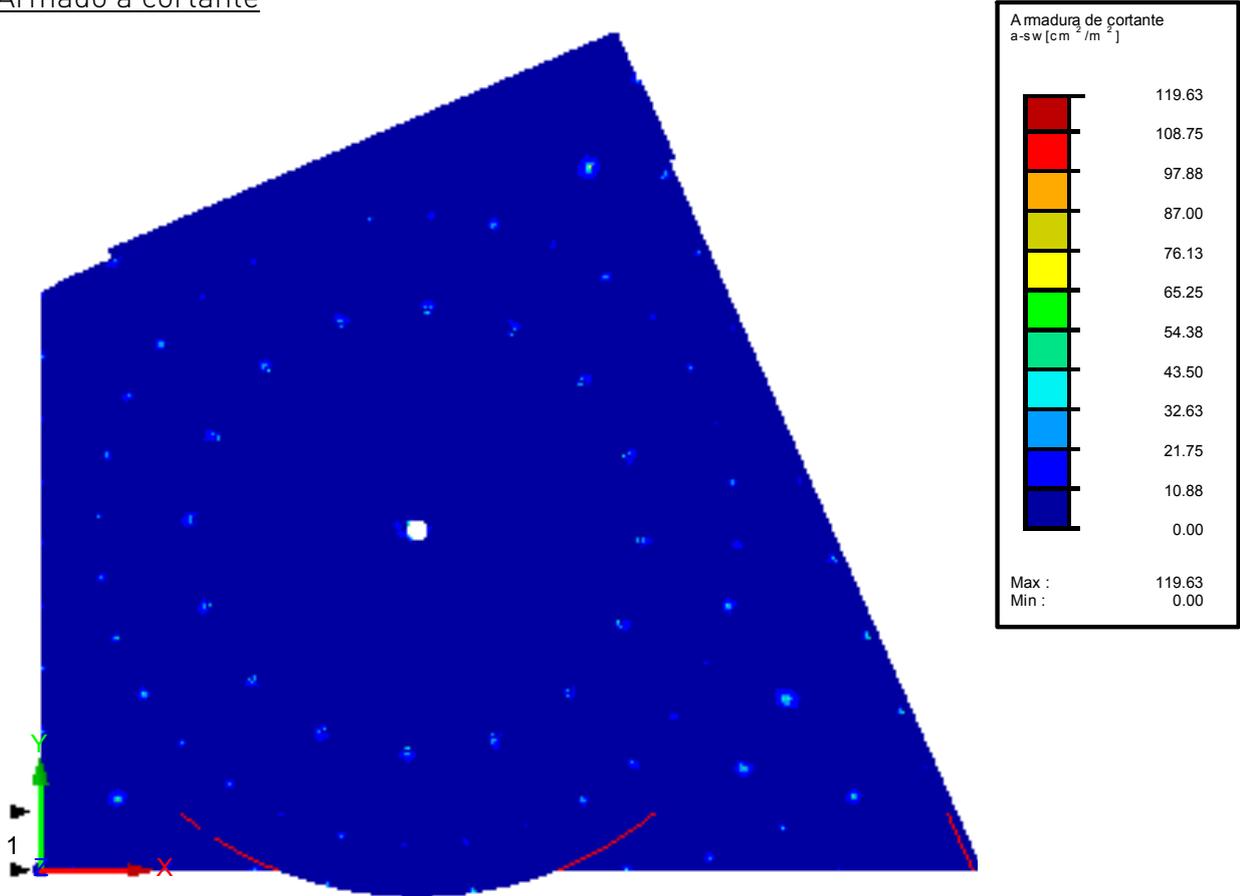


Fig.313. Planta 0. Armado a cortante.

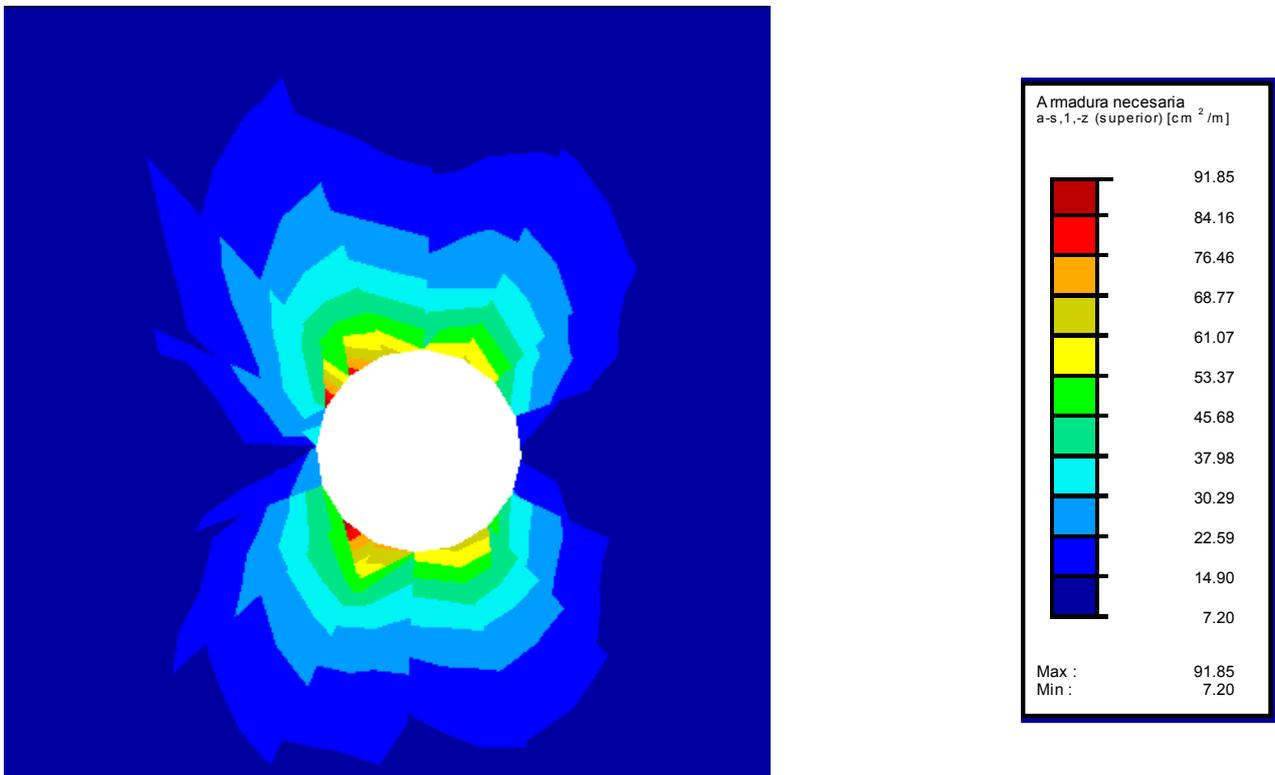


Fig.314. Planta 0. Detalle pila central

### Conclusiones.

La losa de canto constante de 55 cm se arma con una armadura base de  $\phi 20$  c/15 cm, con un refuerzo puntual en algunos puntos de  $\phi 20$  c/7,5 cm y  $\phi 20$  c/5 cm, según se refleja en el plano A40.

Para la armadura de cortante se colocaran crucetas en los pilares atendiendo a la necesidad de armadura. Para ello se disponen 3 crucetas en función de la demanda en los pilares, según se refleja en el plano A41, armadura a cortante.

- Cruceta 1: Hasta  $160 \text{ cm}^2/\text{m}^2$
- Cruceta 2: Hasta  $32 \text{ cm}^2/\text{m}^2$
- Cruceta 3: Hasta  $120 \text{ cm}^2/\text{m}^2$

### 13.2.5 Muros

#### Armado superior dirección x e y

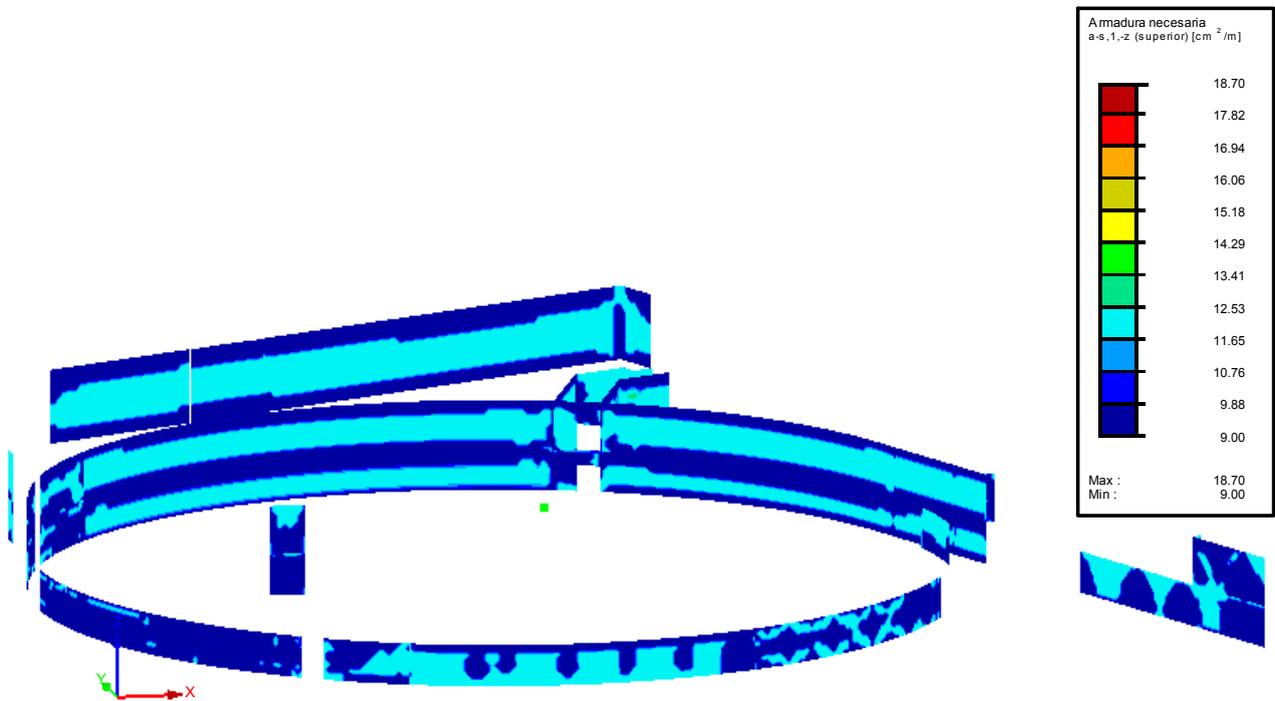


Fig.315. Muros. Armado superior X

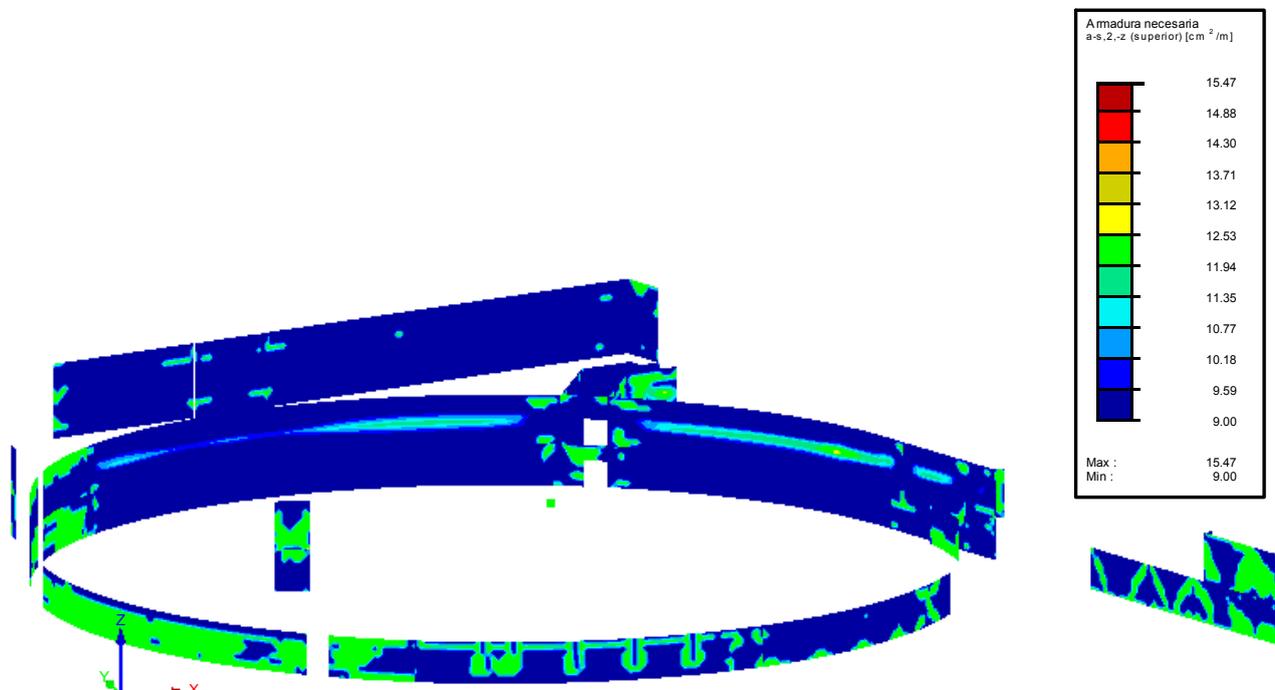


Fig.316. Muros. Armado superior y

Armado inferior dirección x e y

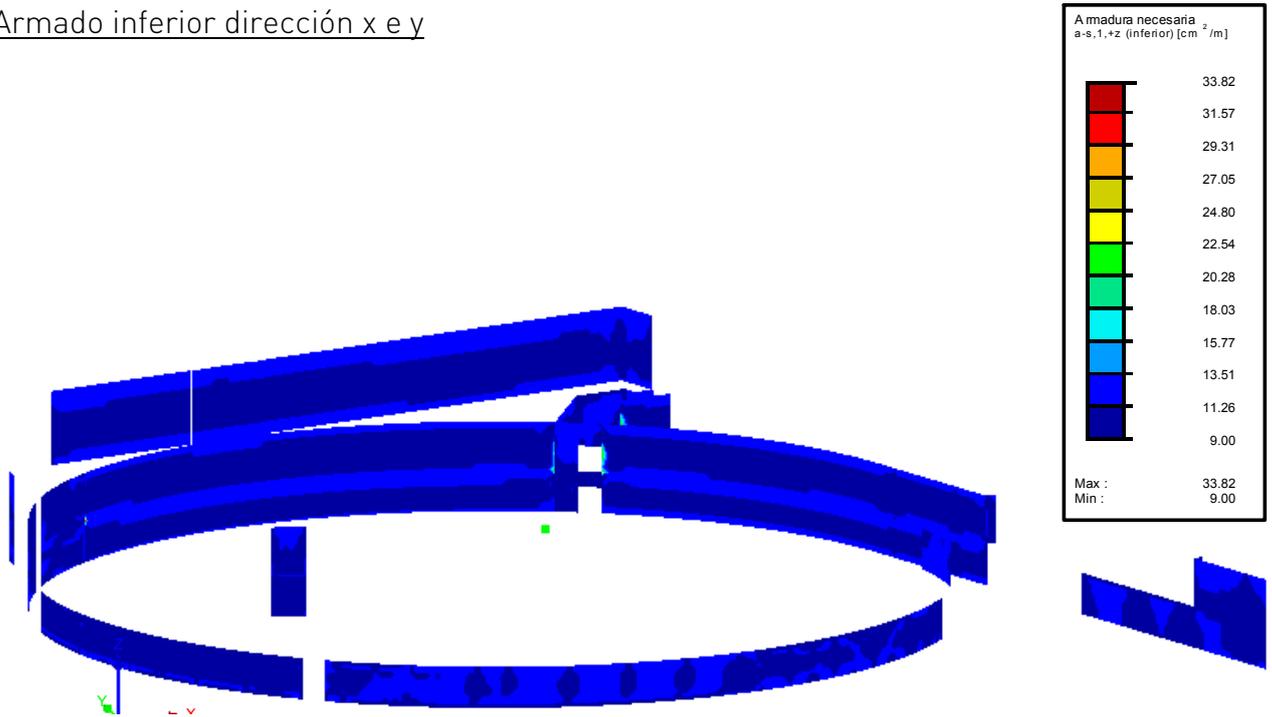


Fig.317. Muros. Armado inferior x

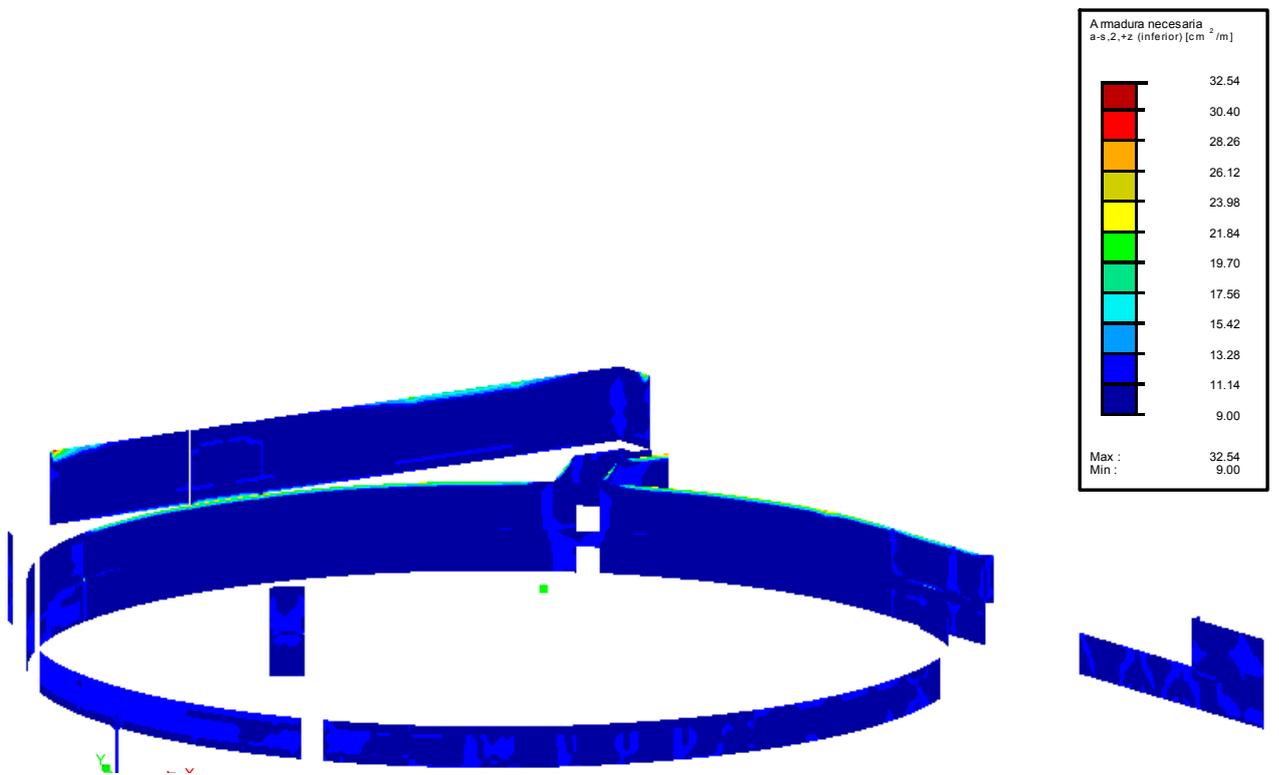


Fig.318. Muros. Armado inferior y

Armado a cortante

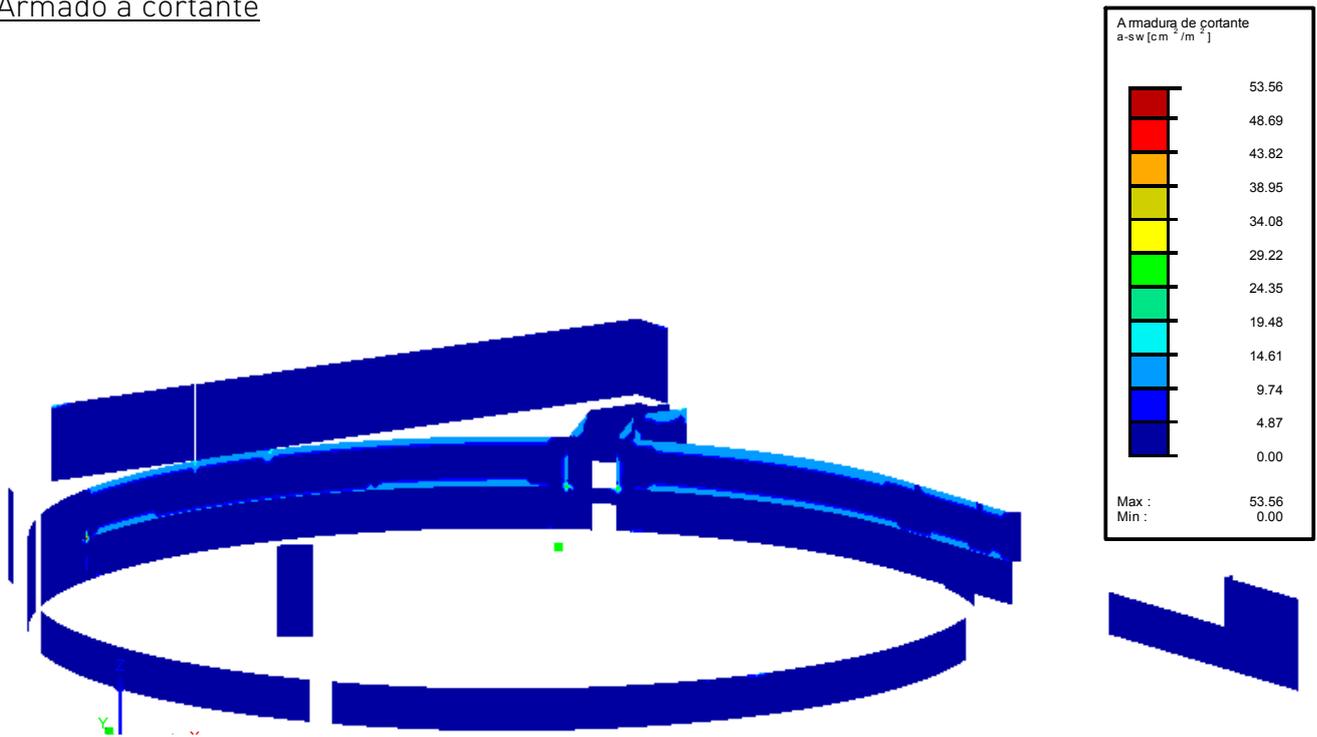


Fig.319. Muro. Armado a cortante

Conclusiones.

La armadura base en cada dirección y cara es de  $12 \text{ cm}^2/\text{m}$ , para lo cual se dispone por cada cara  $\phi 20 \text{ c}/20 \text{ cm}$ . La mayor parte de las áreas de las superficies tienen una armadura entre la mínima y  $16,75 \text{ cm}^2/\text{m}$ , por lo que la mayor parte del forjado se resolverá doblando la armadura a  $\phi 20 \text{ c}/10 \text{ cm}$

Las tensiones máximas se producen en los puntos singulares antes comentados, como se puede ver en la siguiente imagen:

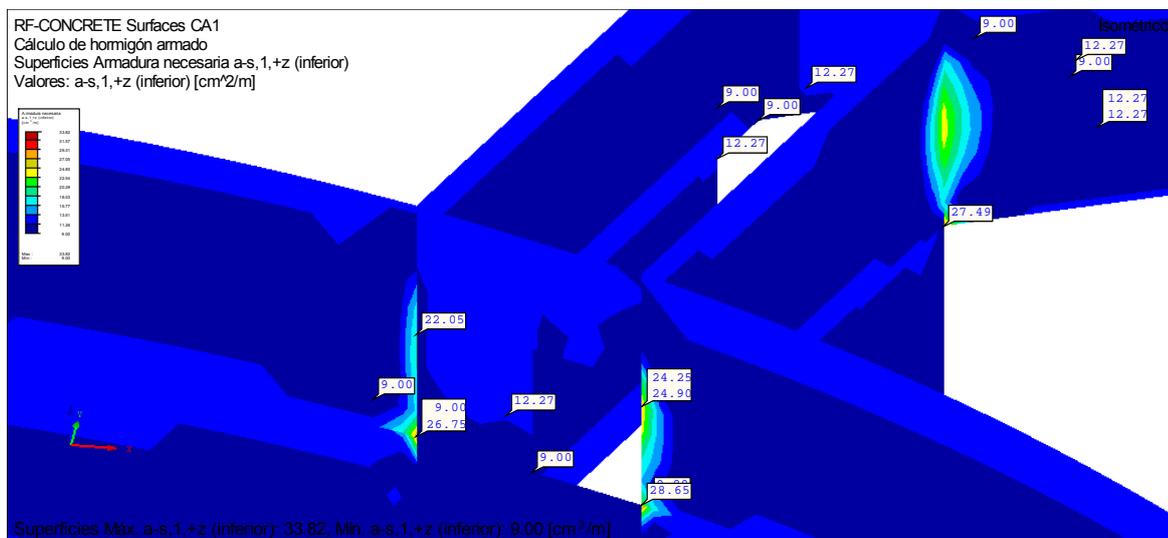


Fig.320. Detalle de armado muro planta sótano -3

La forma para resolver estas tensiones sería independizando las distintas secciones en función de su cota de cimentación.

Para la armadura de cortante pésima se podrá resolver colocando las vigas de coronación, aprovechando el armado a cortante de los cercos para absorber este esfuerzo.



# Anejo A. Cumplimiento EHE-08

## Introducción

El programa RFEM 5.XX no aplica directamente la normativa de cálculo EHE-08, pero sí el Eurocódigo 2 (EN 1990) y el anejo nacional, por lo que no es necesario la adaptación de dicha normativa (Fig. 321) al tomar como base las mismas referencias excepto las salvedades que se comenten de forma específica..

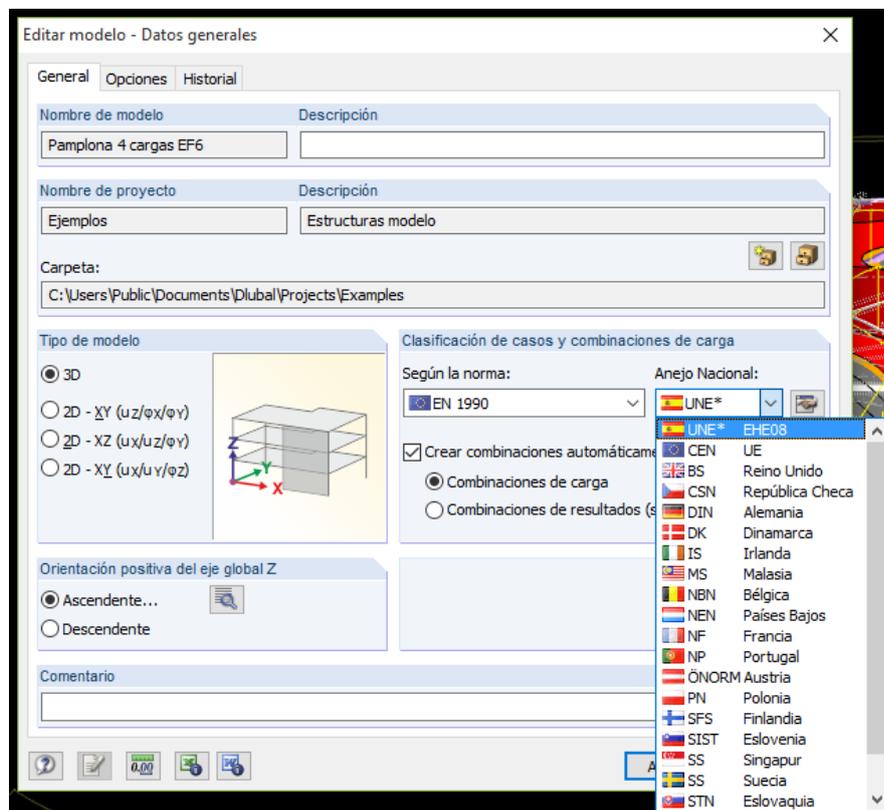


Fig.321. Elección de Normativa de Cálculo

## Método de Cálculo

El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites de la normativa vigente EHE-08, artículo 8, usando concretamente el Método de Cálculo en Rotura.

Para la redistribución de esfuerzos se realiza una plastificación de hasta un 15% de momentos negativos en vigas, según se dispone en el artículo 24.1 de esta norma.

Las deformaciones se fijan según el tipo al que correspondan según el art. 50 de la EHE-08. Para la estimación de flechas se considera la Inercia Equivalente a partir de la fórmula de Branso, correspondiéndose a los siguientes valores:

- Limitación de flecha total a plazo infinito:  $L/300$
- Limitación de flecha activa:  $L/400$

Las cuantías geométricas mínimas están fijadas por la instrucción en la tabla 42.3.5, y serán las que se tomen como base para el cálculo de los elementos.

Las cargas y combinaciones de carga se toman de las fijadas por esta instrucción y por el DB-SE.

### Estado Límite Último

Consiste en llevar a la estructura a su extremo resistente, en el momento previo al colapso, para lo que se comprobarán los siguientes puntos:

- ELU de Rotura a Flexión
- ELU de Cortante
- ELU de Torsión

Las comprobaciones las realizaremos con la situación persistente, ya que no tenemos en cuenta la transitoria (excluimos el proceso constructivo) ni la accidental (sismo). Las fórmulas a tener en cuenta son las siguientes:

No serán objeto de cálculo de este proyecto el cálculo de los ELU a punzonamiento y rasante. Se ha hecho un tanteo de los mismos y se consideran muy despreciables frente al armado de los ELUs restantes.

Combinación persistente.

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G^*,j} G^*_{k,j} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \Psi_{Q,i} Q_{k,i}$$

Dónde:

$G_{k,j}$ : Valor característico de cada acción permanente

$G^*_{k,m}$ : Valor característico de cada acción permanente de valor no constante

$P_k$ : Valor característico de la acción de pretensado.

$Q_{k,i}$ : Valor característico de la acción variable dominante

$\Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ : Valor de la combinación de acciones variables concomitante con la acción de variable dominante.

$\gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$ : Coeficientes parciales.

Coeficientes Parciales ELU		
Acción	Coeficiente	
	Favorable	Desfavorable
Peso Propio	1	1,35
Cargas Muertas	0,9	1,1
Pretensado	1	1
Reológicas	1	1,35
Sobrecarga de Uso	0	1,35

## Estado Límite de Servicio

Si bien este estado no analiza el punto de rotura de la estructura, sí analiza las condiciones que afectan a la misma y que puedan dejarla inoperativa para las funciones para las que está prevista.

Comprobaremos los siguientes puntos:

- Limitación de tensiones máximas de compresión a  $0,60 f_{ck}$
- Limitación de tensiones máximas de la fibra más traccionada, correspondiente a momento de fisuración para la Combinación de Cargas Característica.
- Limitación de tensiones máximas de la fibra más traccionada, correspondiente a momento de descompresión para la Combinación de Cargas Frecuente o Cuasipermanente.
- Limitación de deformaciones, con una flecha inferior a  $L/1000$  para la Combinación de Cargas Frecuente o Cuasipermanente

Las comprobaciones las realizaremos con la situación persistente, ya que no tenemos en cuenta la transitoria (excluimos el proceso constructivo) ni las accidentales (no tenemos en cuenta el impacto o sismo)

Para la **combinación característica**, tenemos la siguiente fórmula:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} G_{k,j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} G_{k,j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q_i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Para la **combinación frecuente** se tiene la siguiente fórmula:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} G_{k_j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j^*} G_{k_j}^* + \gamma_P P_k + \gamma_{Q_1} \Psi_{1j} Q_{k,j} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q_i} \Psi_{2j} Q_{k,j}$$

La **combinación cuasipermanente** se define así:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j} G_{k_j} + \sum_{j \geq 1} \gamma_{G_j^*} G_{k_j}^* + \gamma_P P_k + \sum_{i > 1} \gamma_{Q_i} \Psi_{2j} Q_{k,j}$$

Dónde:

$G_{k,j}$ : Valor característico de cada acción permanente

$G_{k,m}^*$ : Valor característico de cada acción permanente de valor no constante

$Q_{k,i}$ : Valor característico de la acción variable dominante

$P_k$ : Valor característico de la acción de pretensado.

$\Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$ : Valor de la combinación de acciones variables concomitante con la acción de variable dominante.

$\gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$ : Coeficientes parciales.

Coeficientes Parciales ELS		
Acción	Coeficiente	
	Favorable	Desfavorable
Peso Propio	1	1
Cargas Muertas	1	1
Pretensado	0,9	1,1
Reológicas	1	1
Sobrecarga de Uso	0	1

Los coeficientes de combinación de acciones son los siguientes:

Coeficientes Combinación de Acciones		
Acción	Coeficiente	Valor
SC. Uso. Veh. Pesados	$\Psi_0$	0.75
SC. Uso. Veh. Pesados	$\Psi_1$	0.75
SC. Uso. Veh. Pesados	$\Psi_2$	0
SC. Uso. Uniforme	$\Psi_0$	0.4
SC. Uso. Uniforme	$\Psi_1$	0.4
SC. Uso. Uniforme	$\Psi_2$	0

## Característica de los Materiales

Para el cálculo de los distintos elementos, tanto la losa de hormigón, pilares y forjados, en función de los datos arrojados por el estudio geotécnico, se eligen los siguientes materiales:

### Losa de Cimentación

- Hormigón: HA-30/B/40/II<sub>A</sub>
- F<sub>ck</sub>: 30 MPa
- Tipo de Acero: B-400S
- F<sub>yk</sub>: 400 N/mm<sup>2</sup>

### Pilares y Forjados

- Hormigón: HA-30/B/20/I
- F<sub>ck</sub>: 30 MPa
- Tipo de Acero: B-400S
- F<sub>yk</sub>: 400 N/mm<sup>2</sup>

### Vigas Pretensadas

- Hormigón: HA-30/B/15/II<sub>a</sub>
- F<sub>ck</sub>: 30 MPa
- Tipo de Acero armadura pasiva: B-400S
- F<sub>yk</sub>: 400 N/mm<sup>2</sup>
- Tipo de Acero armadura activa: Y1860
- F<sub>yk</sub>: 1.860 N/mm<sup>2</sup>

Durante el proceso de cálculo ha sido necesario elevar la resistencia del hormigón y del acero ya que se dan una serie de tensiones muy elevadas que es necesario compensar una mejora de los materiales. Las características son las siguientes:

### Losa de Cimentación

- Hormigón: HA-40/B/40/II<sub>A</sub>
- F<sub>ck</sub>: 40 MPa
- Tipo de Acero: B-500S
- F<sub>yk</sub>: 500 N/mm<sup>2</sup>

### Pilares

- Hormigón: HA-35/B/20/I
- F<sub>ck</sub>: 35 MPa
- Tipo de Acero: B-500S
- F<sub>yk</sub>: 500 N/mm<sup>2</sup>

## Vigas y Forjados

- Hormigón: HA-40/B/20/I
- $F_{ck}$ : 40 MPa
- Tipo de Acero: B-500S
- $F_{yk}$ : 500 N/mm<sup>2</sup>

## Vigas Pretensadas

- Hormigón: HA-40/B/15/IIa
- $F_{ck}$ : 40 MPa
- Tipo de Acero armadura pasiva: B-500S
- $F_{yk}$ : 500 N/mm<sup>2</sup>
- Tipo de Acero armadura activa: Y1860
- $F_{yk}$ : 1.860 N/mm<sup>2</sup>

## 13.3 Condiciones de Seguridad y Niveles de Control

El nivel de control de ejecución según reza el art. 92.3 de la EHE-08 para esta obra es normal. Dicho nivel de control de materiales es estadístico para el hormigón y normal para el acero de acuerdo al art. 86.5.3 de la EHE-08. Por tanto tomamos los siguientes valores:

- Coeficiente de minoración de hormigón : 1,50
- Nivel de control: Estadístico
- Coeficiente de minoración de acero: 1,15
- Coeficiente de mayoración de cargas permanentes: 1,35
- Coeficiente de mayoración de cargas variables: 1,50

## 13.4 Durabilidad

La EHE-08 establece en el artículo 37, con objeto de garantizar la durabilidad de la estructura durante su vida útil, los parámetros de recubrimiento mínimos de armadura. Según la tabla 37.2.4.1 se considera que, según el tipo de ambiente, tenemos los siguientes recubrimientos:

- Ambiente I: 15 + 10 mm
- Ambiente II<sub>A</sub>: 20 + 10 mm

En el proceso ejecutivo, la separación se conseguirá mediante la colocación de separadores homologados según los criterios descritos en cuanto a distancia y posición en el art. 69.8.2 de la EHE-08.

Estos recubrimientos se verán analizados en el apartado de Seguridad de Incendios del DB-SI, ya que puede imperar la necesidad de colocar unos recubrimientos mayores para conseguir la resistencia a fuego necesaria de la estructura.

### 13.5 Retracción y Fluencia

Las características del hormigón como material tienen asociado la aparición de una serie de deformaciones a lo largo del tiempo. Estas deformaciones están asociadas a dos fenómenos, denominados retracción y fluencia.

La EHE-08 tiene en cuenta las deformaciones producidas por estos fenómenos a través de una serie de cálculos o tablas que se tendrán en cuenta en el cálculo del edificio. Estos fenómenos se tendrán especialmente en cuenta para el cálculo de la parte pretensada, más susceptible por sus condicionantes.

La retracción consiste en un fenómeno de deformación que sufre el hormigón a lo largo del tiempo sin aplicarle tensión alguna.

La propia ejecución del hormigón demanda una cantidad de agua superior a la necesaria químicamente, por lo que se evapora por difusión en función de la humedad relativa del ambiente. Al producirse la evaporación, el hormigón sufre una merma en su volumen.

La EHE-08 regula la deformación que experimenta el hormigón debido a este fenómeno con la siguiente fórmula:

$$\epsilon_{cs}(t, t_s) = \epsilon_{cs0} \beta_s(t - t_s)$$

Dónde:

$t$ = Edad del hormigón en el instante de evaluación, en días.

$t_s$ = Edad del hormigón al comienzo de la retracción, en días.

$\epsilon_{cs0}$ = Coeficiente básico de retracción, equivalente a  $\epsilon_s \beta_{HR}$ ; donde  $\epsilon_s = (570 - 5f_{ck})10^{-6}$ , con  $f_{ck}$  en  $N/mm^2$  y  $\beta_{HR} = -1,55(1 - (HR/100)^3)$ , donde HR es la humedad relativa en %.

$\beta_s(t - t_s)$  Coeficiente que define la evolución temporal de la retracción, equivalente a

$\beta_s(t - t_s) = \sqrt{((t - t_s) / (0,035e^2 + (t - t_s)))}$ ; donde  $e$  = espesor medio en mm =  $2A_c/u$ , siendo  $A_c$  el área de la sección transversal y  $u$  el perímetro de contacto con la atmósfera.

La fluencia consiste en un fenómeno de deformación que sufre el hormigón a lo largo del tiempo por la presencia de una tensión constante.

Cuando un elemento de hormigón se carga con una tensión de valor  $\sigma_0$  en un instante  $t$  sufre una deformación  $\epsilon_0$ . Si esta tensión se mantiene aplicada, en el momento  $t_1$  la deformación crece hasta un valor igual a  $\epsilon_0 + \epsilon_d$ . Si se descarga el elemento de hormigón la deformación inicial  $\epsilon_0$ , de carácter elástico, se recupera de forma inmediata, mientras que la deformación por fluencia  $\epsilon_d$  recupera sólo una parte con el transcurso del tiempo. Esta deformación por fluencia se puede dividir por tanto en dos partes, una deformación elástica  $\epsilon_{de}$ , que es la que se recupera, y una plástica  $\epsilon_{dp}$ , que es permanente.

La EHE-08 ofrece la siguiente formulación obtenida a través de observaciones experimentales para obtener la deformación dependiente de la tensión, en un instante  $t$ , para una tensión constante  $\sigma(t_0)$ , inferior a  $0,45 f_{cm}$ , aplicada en  $t_0$ . Se puede decir además que la deformación por fluencia es aproximadamente proporcional a la deformación instantánea cuando la tensión aplicada es inferior al 40% de la resistencia característica del hormigón. Para valores mayores se pierde esta linealidad aumentando la deformación de manera más rápida que la tensión, aunque no está tenido en cuenta en la normativa por sus escasos efectos en la práctica.

### 13.6 Consideraciones en hormigón pretensado

El hormigón armado y el pretensado tienen diferentes comportamientos frente a la retracción y la fluencia.

En el caso del hormigón armado, la retracción y la fluencia están contrarrestados por la armadura pasiva, ya que cuando el hormigón sufre acortamiento, el acero pasivo recibe el trabajo y por adherencia lo impide, resultando el acero sometido a compresión y el hormigón a tracción.

En cambio, en hormigón pretensado se produce el efecto contrario. El acero una vez pretensado tiende a acortarse, realizando el trabajo contra el hormigón. En este caso, el acero está traccionado y el hormigón comprimido, no siendo el acero una traba a los acortamientos sufridos por retracción y fluencia. Es por esto que para el cálculo del hormigón pretensado se tendrán en cuenta los valores totales de estos esfuerzos.

La aplicación de estos fenómenos dentro del diseño estructural se realiza a través del módulo RF-TENDON, ya que la aplicación principal es sobre la estructura pretensada.

Este módulo no se basa en su cálculo en la EHE-08, sino que aplica el Eurocódigo 2. Para ello se han comparado los coeficientes que establecen ambas normativas y se han modificado los aspectos que han sido considerados más restrictivos.

En la siguiente imagen (Fig. 322) se ha representado el apartado donde el Eurocódigo recoge los aspectos aplicados para la retracción y fluencia. Se establece en el cálculo

por defecto que el tiempo de curado del hormigón sea de 7 días a partir del cual comienza a aplicar la retracción, mientras que las recomendaciones normativas españolas es de 3 días.

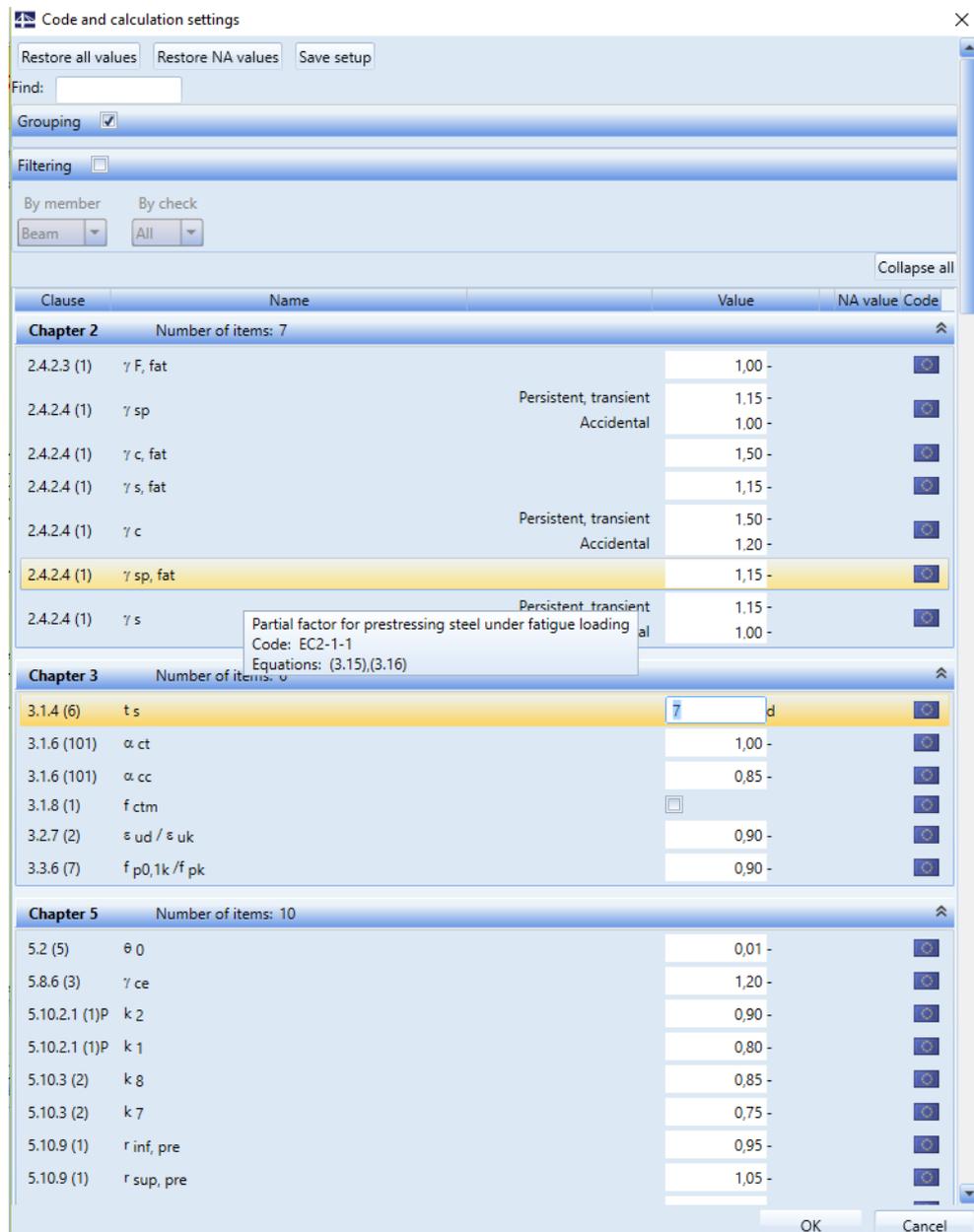


Fig.322. Coeficientes retracción y fluencia

El programa RFEM permite también incluir las etapas de diseño (Fig. 323), de forma que podamos establecer los criterios de construcción.

Definiremos por tanto 3 etapas constructivas:

- Etapa 0. Inicio de construcción.
- Etapa 1, o de transferencia, que se cifra en 28 días de duración, cuando el hormigón está fraguado y adquiere su máxima resistencia. En esta etapa entra en juego, en el último día, el peso propio de la viga y la carga de pretensado

que se aplica en el último momento. Esta etapa pone a compresión/tracción secciones que no se verán sometidas a este esfuerzo más, por lo que se deberá estudiar de forma detallada como combinación de cargas. En esta etapa se incluyen también las cargas muertas

- La Etapa 2 tiene en consideración los efectos reológicos, fluencia y retracción, en el período de 10.000 días. Analizaremos la existencia de tracciones en las combinaciones de servicio.

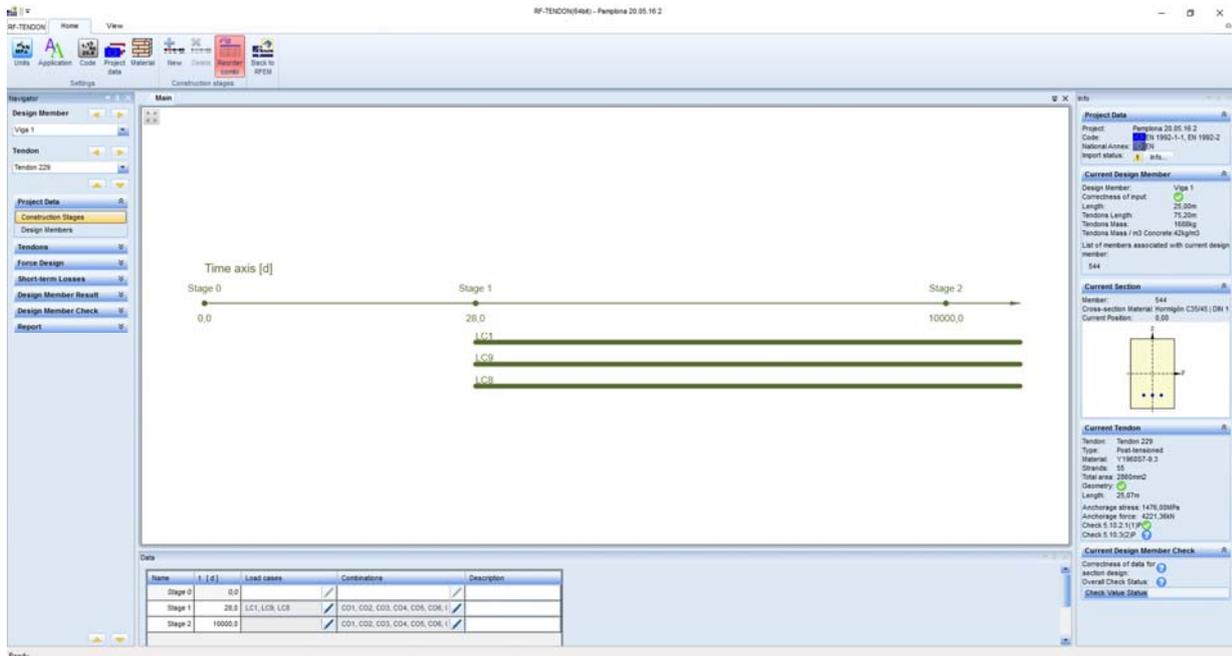


Fig.323. Etapas de pretensado

## Anejo 2. Cumplimiento CTE

### Introducción

El Código Técnico de la Edificación define también una serie de parámetros de cálculo que se han de tener en cuenta en el diseño de las estructuras, y son los siguientes:

- Cumplimiento CTE DB-SE-AE. Acciones en la edificación
- Cumplimiento CTE DB-SE- C. Cimientos
- Cumplimiento CTE-DB-SE. Seguridad Estructural
- Cumplimiento CTE-DB-SI. Seguridad ante Incendios

### Cumplimiento CTE DB SE-AE. Acciones en la Edificación

Este Documento Básico recoge la determinación de las acciones sobre los edificios para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural y aptitud al servicio.

#### Peso Propio

Se tendrá en cuenta para el cálculo el peso propio de los elementos estructurales, cerramientos, tabiquería y revestimientos de suelo. Para ello el programa de cálculo determinará automáticamente el peso propio de los elementos, incorporando el resto de los pesos propios como "Cargas Permanentes". El valor de estos datos se reflejan en la siguiente tabla, dividiendo entre cargas lineales y superficiales:

---

Cargas Permanentes		
Tipo de Carga Lineal		kN/m
M01	Murete 2 pies ladrillo perforado 40 cms espesor. H:0,90 m	5,75
M02	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:6,40m	12,30
M03	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:4,15m	8,00
M04	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:3,5m	6,75
M05	Pie ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:1,4m	10,75
M06	Barandilla de Vidrio templado	5,00

---

Tipo de Carga Superficial		kN/m <sup>2</sup>
CP01	Capa de tierra vegetal 80 cms espesor	14,40
CP02	Solera Hormigón Impreso 10 cms espesor	20,00
CP03	Parqué de madera sobre mortero autonivelante de 3 cms de espesor	0,70
CP04	Fratasado de capa superficial de hormigón	0,00
CP05	Recricido de mortero de cemento de 10 cms, cama de arena de 3 cms y aplacado de piedra de 2 cms de espesor	0,90
CP06	Cama de arena de 3 cms y aplacado de piedra de 2 cms de espesor	1,05
CP07	Cama de arena de 3 cms y aplacado de Terrazo de 2 cms de espesor	1,00

## Pretensado

El diseño arquitectónico del edificio, donde se han previsto grandes luces para poder hacer un andén de autobuses lo más diáfano posible, unido a una cubierta de hormigón armado ajardinada, obliga al uso de hormigones pretensados para poder solventar este reto.

La idea de proyecto marca una visión de la cubierta principal como un elemento plano y homogéneo, donde no se aprecien vigas y se trate como unas losas continuas (Fig. 324). Para ello se dispondrá una cubierta con vigas invertidas postesadas empotradas en la viga central y extendida a lo largo de los vanos.

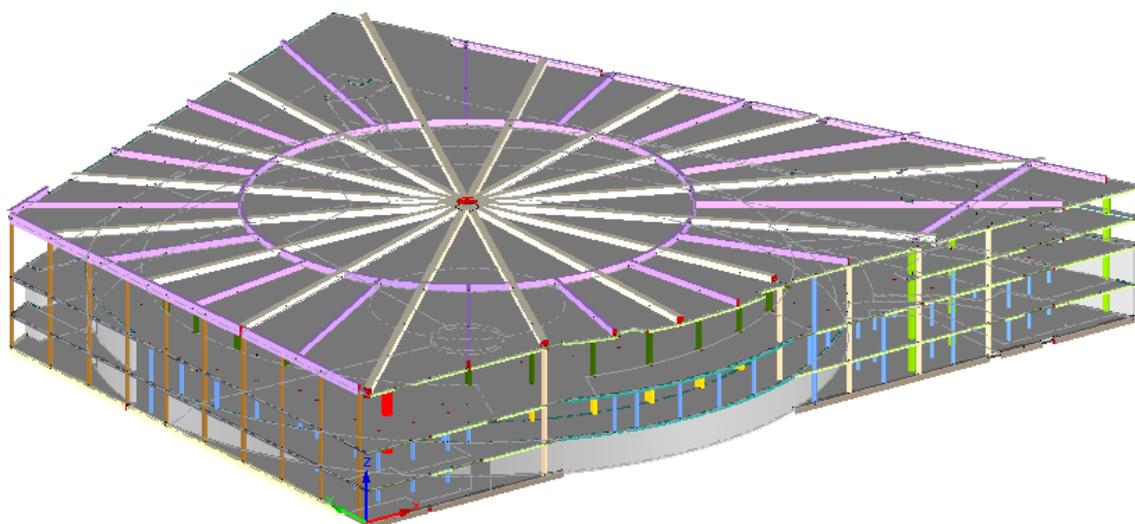


Fig.324. Esquema vigas de cubierta

En el plano A27, Pretensado planta -1, se muestra la distribución de vigas pretensadas en cubierta, así como las vigas de atado de las mismas. Se propone un sistema de vigas postesadas radial con dos tipos de vigas:

- Vigas tipo A. Apoyadas en la pila central.
- Vigas tipo B. Apoyadas en una viga de atado perimetral.

Se colocan dos vigas de atado. La primera en la cabeza de la pila central, con idea de atar las vigas, y la segunda en la primera línea de pilares, para servir de arranque a las vigas tipo B.

Limitación de la fuerza en acero.

Según la EHE, la tensión producida por la fuerza de pretensado sobre las armaduras activas ha de ser inferior a uno de estos dos valores:

- $0,75f_{pmaxk}$ , siendo la carga unitaria máxima característica.
- $0,90f_{pk}$ , Siendo el límite elástico característico

De esta forma se reduce el riesgo de rotura de los tendones al tensar y además se reduce el riesgo de introducir deformaciones plásticas en el acero.

Limitación de tensiones en hormigón.

Para un adecuado comportamiento de la estructura, y según las recomendaciones de la EHE, no se superarán tensiones  $\sigma > 0,6f_{ck}$ , evitando así que aparezca microfisuración debida a la compresión.

En cuanto a tracción también se limitará la tensión, de forma que  $\sigma > 0,6f_{ct}$ . La condición que ha de cumplirse en este caso es el ancho de fisuración, que está limitada según el grado de exposición de la estructura. En este caso lo consideraremos como ambiente I.

Clase de exposición, según artículo 8º	$w_{m\acute{a}x}$ [mm]	
	Hormigón armado (para la combinación de acciones cuasi permanentes)	Hormigón pretensado (para la combinación de acciones frecuentes)
I	0,4	0,2
IIa, IIb, H	0,3	0,2 <sup>(1)</sup>
IIIa, IIIb, IV, F	0,2	Descompresión
IIIc, Qa, Qb, Qc	0,1	

Por lo que le corresponde un ancho de fisuración máximo de 0,2 mm

### Pérdidas de pretensado

Para las armaduras de postesa, la fuerza de tesado aplicada a las armaduras activas es transferida al hormigón induciendo en él una fuerza de pretensado con un valor inferior. Estas pérdidas están causadas por:

- Rozamiento de las armaduras activas.
- Deslizamiento de las armaduras en sus anclajes.
- Por acortamiento elástico instantáneo del hormigón.

Existen además otras causas que originan pérdidas diferidas en el postesado, que son las siguientes:

- Por retracción del hormigón.
- Por fluencia del hormigón.
- Por relajación de las armaduras.

Se considerará que las pérdidas de tesado están en un 20%.

### **Acciones del Terreno**

Las acciones derivadas del empuje del terreno procedentes de su propio peso, así como las acciones que actúan sobre él, serán tenidas en cuenta para el cálculo de los empujes sobre los muros de contención de la estructura. Para ello se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Empujes del terreno. Se considerará para el cálculo de los empujes la Teoría de Rankine para terrenos en reposo, la cual se formula así:

$$E \text{ (kN/m}^2\text{)} = K_0 \cdot \gamma \cdot H$$

Siendo:

- $K_0$ : Coeficiente en reposo, con un valor igual a  $1 - \text{sen}\phi'$ ; donde  $\phi'$  es el coeficiente de rozamiento del terreno.
- $\gamma$ : Densidad del terreno.
- $H$ : Altura del terreno.

A partir de estos datos se calculará el empuje del terreno sobre los muros. Dado que, según se define en el Capítulo 7, Geotecnia, se tiene 3 estratos geológicos, existirán distintos empujes en función de dichos estratos:

Planta	Estrato geotécnico	Potencia Estrato	Coef. $K_0$	Densidad (kN/m <sup>3</sup> )	Empuje inicial (kN/m <sup>2</sup> )	Empuje final (kN/m <sup>2</sup> )
-2,00	1,00	4,40	0,64	18,00	0,00	50,69
-2,00	2,00	2,00	0,57	20,00	50,16	72,96
-2,00	3,00	1,60	0,51	21,50	70,18	87,72
-3,00	3,00	4,70	0,51	21,50	87,72	139,26
-4,00	3,00	4,00	0,51	21,50	139,26	183,12

- Cargas debidas a la cimentación en cotas superiores. Dado que la planta -2 no tiene la misma proyección que la planta -3 y -4 se producen una serie de esfuerzos adicionales a tener en cuenta sobre los muros de contención. Dichos esfuerzos son los siguientes:
  - o Peso propio de la cimentación: se propone una cimentación mediante una losa de hormigón de 60 cm de espesor, por lo que se tendrá una sobrecarga de 20 kN/m<sup>2</sup>.
  - o Cargas muertas. Se aplicarán los pesos aplicados en el punto 4.2.1.
  - o Sobrecargas. Se tendrán en cuenta además las sobrecargas de uso que se analizarán en el apartado 4.2.4.

### Sobrecarga de Uso

Se consideran en este apartado todas las cargas que puedan gravitar en el edificio según el uso. El apartado 3.1.1 del DB-SE-AE define para cada tipo de uso las cargas correspondientes a tener en cuenta, incluyéndose las siguientes:

Sobrecarga de Uso		kN/m <sup>2</sup>
Tipo de Sobrecarga		
B	Zona Administrativa	2
C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros	2
SC01	Sobrecarga Uso Zona Instalaciones	2
SC02	Sobrecarga Uso Anden Autobuses	10

La aplicación de estas sobrecargas se define en los planos A20 al A24.

## Sobrecarga de Viento

Para el cálculo de esta sobrecarga cabe mencionar que la posición del edificio bajo rasante, sólo provocará los efectos de presión y succión sobre el forjado de cubierta según establece el DB-SE-AE en su apartado 3.3.2.

La acción del viento se expresa como una fuerza perpendicular a la superficie en cada punto expuesto, denominada presión estática ( $q_e$ ) que corresponde a la siguiente fórmula:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Donde

$q_b$  = presión dinámica del viento, que en el territorio español equivale a  $0,5 \text{ kN/m}^2$ .

$c_e$  = Coeficiente de exposición, que para la zona urbana general equivale a 1,3

$c_p$  = coeficiente eólico o de presión, que depende de la forma y orientación de la superficie y de sus bordes. La normativa remite al anexo D.2, donde en la table D.4. Cubiertas Planas se encuentran los coeficientes de referencia y su aplicación.

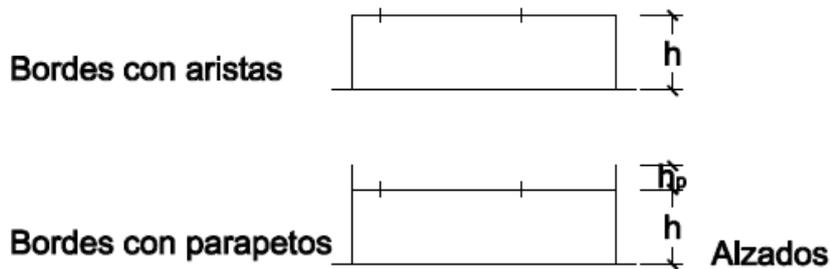


Fig.325. Esquema de aplicación de viento según CTE. Planta

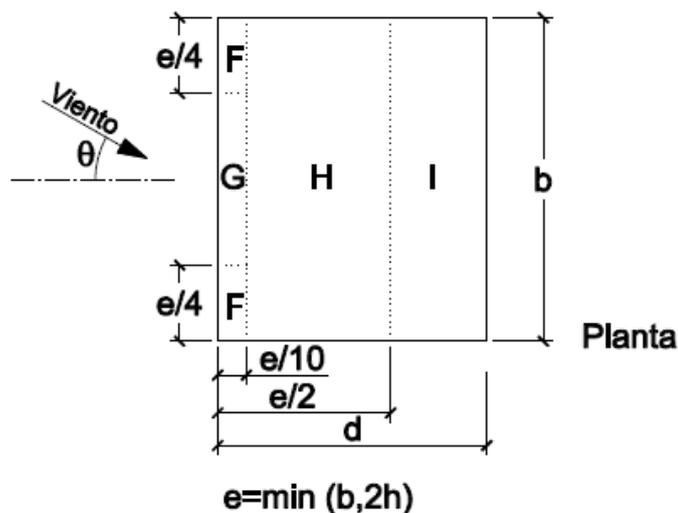


Fig.326. Esquema de aplicación de viento según CTE. Planta

Como se puede observar la norma divide la cubierta (Fig. 42 y 43) en función de un valor denominado "e", que es función de la base y de la altura, correspondiendo con el valor mínimo. Dado que el edificio está bajo rasante,  $h=0$ , por lo que toda la cubierta se corresponderá con el valor "I", reflejado en la siguiente tabla:

	$h_p/h$	A (m <sup>2</sup> )	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
			F	G	H	I
Bordes con aristas		$\geq 10$	-1,8	-1,2	-0,7	0,2 -0,2
		$\leq 1$	-2,5	-2,0	-1,2	0,2 -0,2
Con parapetos	0,025	$\geq 10$	-1,6	-1,1	-0,7	0,2 -0,2
		$\leq 1$	-2,2	-1,8	-1,2	0,2 -0,2
	0,05	$\geq 10$	-1,4	-0,9	-0,7	0,2 -0,2
		$\leq 1$	-2,0	-1,6	-1,2	0,2 -0,2
	0,10	$\geq 10$	-1,2	-0,8	-0,7	0,2 -0,2
		$\leq 1$	-1,8	-1,4	-1,2	0,2 -0,2

Se observa que para la zona "I" existen dos valores, correspondientes a presión y succión. Por tanto, se fijarán 2 sobrecargas de viento:

- Sobrecarga de viento de presión:  $V1 = 0,5 \cdot 1,3 \cdot 0,2 = 0,13 \text{ kN/m}^2$ .
- Sobrecarga de viento de succión:  $V1 = 0,5 \cdot 1,3 \cdot 0,2 = -0,13 \text{ kN/m}^2$ .

### Sobrecarga por Acción Térmica

La normativa establece que, para desprestigiar el efecto de la acción térmica, se dispongan juntas de dilatación estructurales cada 40 m. En el caso particular del edificio objeto del proyecto, dada la configuración geométrica y la solución constructiva adoptada, no se podrá disponer las juntas estructurales mínimas solicitadas, por lo que se justificará técnicamente las soluciones dispuestas a continuación.

El art. 3.4.2 del DB-SE-AE establece que los efectos globales de la acción térmica pueden obtenerse a partir de la variación de temperatura media de los elementos estructurales de forma separada para las dilataciones de verano y las contracciones de invierno, partiendo de una temperatura de referencia cuando se construyó el elemento o bien tomando como temperatura base 10°C.

Para los elementos estructurales a la intemperie, como temperatura mínima se adoptará la extrema del ambiente. Como temperatura máxima en verano se adoptará la extrema del ambiente incrementada en la procedente del efecto de la radiación solar según la tabla 3.7.

Según las condiciones particulares del edificio en cuestión, dado que se encuentra en su totalidad y bajo rasante, la única afección a la que puede estar sujeto se debe a la exposición de la cubierta ajardinada, la cual se encuentra bajo una capa de 80 cm de tierra vegetal.

Para ello se analizarán las temperaturas extremas de verano e invierno, considerando que el edificio se encuentra en su interior a 20°C. Además se considerará que dicha cubierta es un elemento de intemperie protegido, tomando el valor medio entre 10°C y 20°C, 15°C.

- Temperatura máxima del aire. Según la Figura E.1 Isotermas de la temperatura anual máxima del aire (en °C), a Pamplona le corresponde 44°C.
- Temperatura mínima del aire. Según la Tabla E.1. Temperatura mínima del aire exterior, para la zona de Pamplona, denominada Zona 2, le corresponde (para una altitud de 600 m) una temperatura mínima de -16°C.

Se estudiará por tanto la variación en:

- Verano: Desde 44°C a 15°C.
- Invierno: Desde -16°C a 15°C.

Se procede a determinar para realizar este cálculo la Resistencia Térmica del cerramiento,  $R_t$ . Que es la suma del cociente entre el espesor y la conductividad térmica de cada capa.

Como se va a calcular la reducción de temperatura por la cubierta, se definen los elementos que la componen, que son de exterior a interior los siguientes:

- Capa de tierra vegetal. Espesor 80 cm.  $K=1,80 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- Láminas impermeabilizantes y geotextil: espesor 1 cm.
- Aislamiento térmico formado por plancha de poliestireno extrusionado: Espesor:5 cm.  $K=0,028 \text{ W/m}^\circ\text{K}$
- Hormigón aligerado para formación de pendientes: Espesor 7 cm.  $K=0,09 \text{ W/m}^\circ\text{K}$
- Hormigón losa forjado. Espesor 40 cm.  $K=1,20 \text{ W/m}^\circ\text{K}$

Según estos datos:  $R_t= 3,40 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ .

Para el cálculo de la temperatura a la que se va a encontrar la estructura, se va a calcular los efectos de reducción de temperatura que se dan con las coberturas superiores. Para ello se utilizará el método de cálculo de la CT-79, donde se determinaba con exactitud el cálculo de estas temperaturas.

Analíticamente puede establecerse que:

$$\frac{T_i - T_e}{T_i - t_i} = \frac{R_t}{1 / h_i}$$

Dónde:

Ti es la temperatura del ambiente interior, en °C  
Te es la temperatura del ambiente exterior, en °C  
ti es la temperatura superficial del interior del cerramiento, en °C  
Rt es la resistencia térmica total del cerramiento en h m<sup>2</sup> °C/kcal (m<sup>2</sup>°CW)  
1/hi es la resistencia térmica superficial interior del cerramiento en h m<sup>2</sup> °C/kcal (m<sup>2</sup>°CW)

En un cerramiento formado por varias hojas la caída de temperatura de cada una de las hojas puede calcularse:

$$\Delta t_n = (T_i - T_e) \frac{e_n A_n}{R_t} = \Delta T \frac{r_n}{R_t}$$

Dónde:

$\Delta t_n$  caída de temperatura en la hoja n, en °C  
Ti es la temperatura del ambiente interior, en °C  
Te es la temperatura del ambiente exterior, en °C  
e<sub>n</sub> espesor de la hoja n, en m.  
 $\lambda_n$  conductividad térmica de la hoja n, en kcal/h m °C (W/m°C)  
Rt es la resistencia térmica total del cerramiento en h m<sup>2</sup> °C/kcal (m<sup>2</sup>°CW)  
 $\Delta T$  diferencia de temperaturas exterior e interior, t<sub>e</sub> - e<sub>i</sub>

Según estas fórmulas:

- Capa vegetal:
  - o Verano:  $\Delta t_n = (15-44) \cdot (0,8/1,8)/3,40; = -3,77^\circ\text{C}$
  - o Invierno:  $\Delta t_n = (15+16) \cdot (0,8/1,8)/3,40; = 4,03^\circ\text{C}$
- Aislamiento térmico:
  - o Verano:  $\Delta t_n = (15-44) \cdot (0,05/0,028)/3,40; = -15,08^\circ\text{C}$
  - o Invierno:  $\Delta t_n = (15+16) \cdot (0,05/0,028)/3,40; = 16,12^\circ\text{C}$
- Hormigón celular:
  - o Verano:  $\Delta t_n = (15-44) \cdot (0,07/0,09)/3,40; = -6,38^\circ\text{C}$
  - o Invierno:  $\Delta t_n = (15+16) \cdot (0,07/0,09)/3,40; = 6,82^\circ\text{C}$

Según estos cálculos:

- En verano, la temperatura a la que se encuentra el cerramiento es de 44°C - (3,77+15,08+6,38) = **18,77°C**
- En invierno la temperatura a la que se encuentra el cerramiento es de -16°C + (4,03+16,12+6,82) = **10,97°C**

### Incrementos de temperatura.

En verano, el incremento de temperatura que existe es de 18,77-15 = 3,77°C  
En invierno, el incremento de temperatura que existe es de 15-10,97 = 4,03°C

Deformación de la estructura.

Para el cálculo de la deformación de la estructura, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

Tomamos como coeficiente de dilatación:  $10^{-5} \text{C}^{-1}$

Si consideramos la medida desde el pilar central hasta la esquina más alejada, se obtiene una distancia de 79m. Aplicando esta distancia a la fórmula anterior resulta un incremento de longitud debido a las acciones térmicas según la estación de:

- Verano:  $10^{-5} \cdot 79 \cdot 3,77 = 2,87 \text{ mm}$ .
- Invierno:  $10^{-5} \cdot 79 \cdot 4,03 = 3,11 \text{ mm}$ .

Por tanto, con estos valores, es despreciable la acción de la temperatura en la estructura.

### **Sobrecarga por Nieve**

El edificio consta de una cubierta plana situada en una localidad inferior a 1.000m, por lo que se considerará una carga de nieve de  $1,0 \text{ kN/m}^2$  según el DB-SE-AE, apartado 3.5.1.

### **Sismo**

La normativa sísmica se considera sin aplicación al estar el edificio bajo rasante, por lo que la teoría de los modos de vibración que aplica la NCSE-02, normativa de obligado cumplimiento, no es válido para la tipología de edificio objeto de estudio.

### **Incendio**

Las acciones debidas a la agresión térmica de incendios está definida en el DB-SI. Según la tabla 1.2, todo sector de incendio bajo rasante, considerando que no son de riesgo especial, la estructura tendrá una resistencia al fuego REI 120. Según el tipo de elemento se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Soportes:
  - Dimensión mínima: 35 cm
  - Recubrimiento mínimo 4 cm
- Vigas:
  - Dimensión mínima: 20 cm
  - Recubrimiento: 4 cm
- Losas:
  - Canto mínimo: 12 cm

- o Recubrimiento mínimo: 3 cm

No se considera la necesidad del paso de ningún vehículo de servicios de protección contra incendios por encima de la estructura, por lo que no será de aplicación la sobrecarga debido a este uso.

### **Impacto**

No será de aplicación este apartado por falta de consideración en las normas municipales.



## Anejo 3. Cumplimiento NCSE-02

### Ámbito de Aplicación

El Real Decreto 887/2002 aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente, la cual tiene un ámbito de aplicación a todo edificio de nueva construcción, tanto de nueva planta como rehabilitado.

En el apartado 1.2.2, Clasificación de las construcciones, se definen la tipología edificatoria a la que se debe asociar el edificio. En este aspecto, según la catalogación, el edificio pertenece a una categoría "Normal", ya que no está incluido en el listado de edificación de categoría normal (no interrumpe ningún servicio primario) y especial (no está incluido en el listado).

En el apartado 1.2.3. Criterio de aplicación de la norma, no será de aplicación la norma dado que la aceleración básica de Pamplona es de 0,4g, inferior a 0,8g, estando arriostrados los pórticos entre sí.

### Conclusiones

Según el apartado anterior no aplica la norma sísmica en el cálculo. Este aspecto se ve reforzado por ser un edificio bajo rasante y encontrarse coaccionado su movimiento por el terreno adyacente.



## Anejo 4. Pretensado en Estructuras Hiperestáticas

### Aplicación del Pretensado a Estructuras Edificatorias.

Las estructuras de edificación tienen por norma general un marcado carácter hiperestático, definiendo estructuras por norma general porticadas formadas por elementos de distintas rigideces en diferentes planos.

La concepción arquitectónica se basa muchas veces en la diafaneidad de espacios, eliminando para ello gran parte de la retícula de pilares que está intrínseca en el diseño, apostando por grandes cargas concentradas en pilas o muros tal y como es el caso del proyecto arquitectónico de este trabajo fin de grado.

Este afán por espacios diáfanos, manejándose luces más propias de obra civil que de edificación motiva la inclusión de sistemas constructivos de esta rama, tal y como es el pretensado, aunque plantea los inconvenientes de la pequeña escala, la escala humana a la que están diseñados los edificios.

### Esfuerzos Hiperestáticos del Pretensado.

Al aplicar sobre una estructura hiperestática un conjunto de cargas, el desglose de los esfuerzos resultantes entre hiperestático e isostático no es único, ya que depende de la estructura isostática base que se toma para el cálculo.

Los esfuerzos isostáticos de pretensados se calculan con las siguientes expresiones:

$$N = -P \cdot \cos \alpha$$

$$V = -P \cdot \operatorname{sen} \alpha$$

$$M = P \cdot e \cdot \cos \alpha$$

A partir de estos esfuerzos se producen unas deformaciones asociadas que si se aplican a una estructura hiperestática no suelen ser por lo general compatibles. A partir de esta premisa aparecen una serie de esfuerzos compatibilizadores que se denominan esfuerzos hiperestáticos de pretensado.

Los esfuerzos hiperestáticos son el resultado de un análisis estructural de las deformaciones de las secciones derivadas de los esfuerzos isostáticos de pretensado. Si calculamos mediante un análisis lineal la relación entre tensión y deformación es

lineal, por lo que existe una linealidad entre las deformaciones y los esfuerzos hiperestáticos de pretensado.

### **Pretensado de Estructuras Hiperestáticas**

La introducción del esfuerzo de pretensado, como se ha comentado anteriormente, produce una serie de deformaciones en el elemento sobre el que se aplican. Al no ser isostático, el elemento no se puede deformar libremente, ya que existen vínculos internos que restringen la libre deformación, originando unos esfuerzos que coaccionan el movimiento y han de ser tenidos en cuenta en el cálculo.

Si las deformaciones no son compatibles con los vínculos se genera en la estructura una serie de esfuerzos secundarios que han de ser compensadas para que la estructura esté en equilibrio. Estos esfuerzos son los siguientes:

- Axil hiperestáticos de pretensado.
- Flector Hiperestático de pretensado.
- Cortante hiperestático de pretensado.

Si aplicamos sobre una estructura hiperestática un pretensado de valor  $P$  se obtienen por tanto dos esfuerzos:

a.- Esfuerzo isostático, de valor  $P \cdot e$

b.- Esfuerzo hiperestático, dependiente del trazado y de la distribución de los apoyos estructurales, de valor  $M_h$ .

Este esfuerzo hiperestático en una sección es proporcional a la fuerza de pretensado, pudiendo describirse como:

$$M_h = P \cdot M'_h$$

Siendo  $M_h$  el esfuerzo hiperestático de pretensado para un valor unitario de la fuerza de pretensado.

Es fundamental por tanto tener en cuenta las fuerzas de pretensado en un sección a la hora de considerar los efectos en la distribución de tensiones.

### **Definición del Momento Hiperestático**

Según se ha visto en el apartado anterior, cada vez que exista la presencia de una estructura pretensada que induzca movimientos en la estructura, estos movimientos producen una distribución de esfuerzos internos para garantizar la compatibilidad de

deformaciones. A estos esfuerzos se les denomina “momentos hiperestáticos de pretensado”.

En el Capítulo 20.5 se analizará con detalle la aplicación de los momentos hiperestáticos en el cálculo del proyecto. Esto generará una serie de condicionantes que será básico a la hora del diseño de los tendones.



## Anejo 5. Tabla 1

x [m]	N [kN]	M <sub>y</sub> [kNm]	σ <sub>a</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>f</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	σ <sub>t</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	Compresión ¿Cumple?	¿Tracción?		Tensión nula desde baricentro	Cota desde base	¿Fuera de Sección?
							CUMPLE	NO CUMPLE			
0,00	2805,50	-539,30	1948,26	-1404,43	543,84	CUMPLE	3352,69	CUMPLE	-1,11	1,91	NO
0,00	2714,40	-656,61	1885,00	-1709,92	175,08	CUMPLE	3594,92	NO CUMPLE	-0,88	1,68	NO
0,50	-7004,30	-3367,40	-4864,10	-8769,27	3905,17	CUMPLE	3905,17	NO CUMPLE	0,44	0,36	NO
0,50	-7101,30	-3449,60	-4931,46	-8983,33	4051,88	CUMPLE	4051,88	NO CUMPLE	0,44	0,36	NO
0,50	-7004,30	-3367,40	-4864,10	-8769,27	3905,17	CUMPLE	3905,17	NO CUMPLE	0,44	0,36	NO
0,50	-7101,30	-3449,60	-4931,46	-8983,33	4051,88	CUMPLE	4051,88	NO CUMPLE	0,44	0,36	NO
1,00	-6953,40	-3259,00	-4828,75	-8486,98	3658,23	CUMPLE	3658,23	NO CUMPLE	0,46	0,34	NO
1,00	-7060,90	-3309,00	-4903,40	-8617,19	3713,78	CUMPLE	3713,78	NO CUMPLE	0,46	0,34	NO
1,00	-6953,40	-3259,00	-4828,75	-8486,98	3658,23	CUMPLE	3658,23	NO CUMPLE	0,46	0,34	NO
1,00	-7060,90	-3309,00	-4903,40	-8617,19	3713,78	CUMPLE	3713,78	NO CUMPLE	0,46	0,34	NO
1,50	-6889,40	-3186,50	-4784,31	-8298,18	3513,87	CUMPLE	3513,87	NO CUMPLE	0,46	0,34	NO
1,50	-7013,70	-3204,50	-4870,63	-8345,05	3474,43	CUMPLE	3474,43	CUMPLE	0,47	0,33	NO
1,50	-6889,40	-3186,50	-4784,31	-8298,18	3513,87	CUMPLE	3513,87	NO CUMPLE	0,46	0,34	NO
1,50	-7013,70	-3204,50	-4870,63	-8345,05	3474,43	CUMPLE	3474,43	CUMPLE	0,47	0,33	NO
2,01	-6818,30	-3100,90	-4734,93	-8075,26	3340,33	CUMPLE	3340,33	CUMPLE	0,47	0,33	NO
2,01	-6961,80	-3111,40	-4834,58	-8102,60	3268,02	CUMPLE	3268,02	CUMPLE	0,48	0,32	NO
2,01	-6818,30	-3100,90	-4734,93	-8075,26	3340,33	CUMPLE	3340,33	CUMPLE	0,47	0,33	NO
2,01	-6961,80	-3111,40	-4834,58	-8102,60	3268,02	CUMPLE	3268,02	CUMPLE	0,48	0,32	NO
2,51	-6738,80	-2997,00	-4679,72	-7804,69	3124,97	CUMPLE	3124,97	CUMPLE	0,48	0,32	NO
2,51	-6903,00	-3034,30	-4793,75	-7901,82	3108,07	CUMPLE	3108,07	CUMPLE	0,49	0,31	NO
2,51	-6738,80	-2997,00	-4679,72	-7804,69	3124,97	CUMPLE	3124,97	CUMPLE	0,48	0,32	NO
2,51	-6903,00	-3034,30	-4793,75	-7901,82	3108,07	CUMPLE	3108,07	CUMPLE	0,49	0,31	NO
3,01	-6645,20	-2896,10	-4614,72	-7541,93	2927,20	CUMPLE	2927,20	CUMPLE	0,49	0,31	NO
3,01	-6833,20	-2957,90	-4745,28	-7702,86	2957,59	CUMPLE	2957,59	CUMPLE	0,49	0,31	NO
3,01	-6645,20	-2896,10	-4614,72	-7541,93	2927,20	CUMPLE	2927,20	CUMPLE	0,49	0,31	NO
3,01	-6833,20	-2957,90	-4745,28	-7702,86	2957,59	CUMPLE	2957,59	CUMPLE	0,49	0,31	NO
3,51	-6545,80	-2791,20	-4545,69	-7268,75	2723,06	CUMPLE	2723,06	CUMPLE	0,50	0,30	NO
3,51	-6758,30	-2876,50	-4693,26	-7490,89	2797,62	CUMPLE	2797,62	CUMPLE	0,50	0,30	NO
3,51	-6545,80	-2791,20	-4545,69	-7268,75	2723,06	CUMPLE	2723,06	CUMPLE	0,50	0,30	NO
3,51	-6758,30	-2876,50	-4693,26	-7490,89	2797,62	CUMPLE	2797,62	CUMPLE	0,50	0,30	NO
4,01	-6441,90	-2681,40	-4473,54	-6982,81	2509,27	CUMPLE	2509,27	CUMPLE	0,51	0,29	NO
4,01	-6678,90	-2788,90	-4638,13	-7262,76	2624,64	CUMPLE	2624,64	CUMPLE	0,51	0,29	NO
4,01	-6441,90	-2681,40	-4473,54	-6982,81	2509,27	CUMPLE	2509,27	CUMPLE	0,51	0,29	NO
4,01	-6678,90	-2788,90	-4638,13	-7262,76	2624,64	CUMPLE	2624,64	CUMPLE	0,51	0,29	NO
4,20	-6486,50	-2662,00	-4504,51	-6932,29	2427,78	CUMPLE	2427,78	CUMPLE	0,52	0,28	NO
4,20	-6733,00	-2777,40	-4675,69	-7232,81	2557,12	CUMPLE	2557,12	CUMPLE	0,52	0,28	NO
4,51	-6559,50	-2630,20	-4555,21	-6849,48	2294,27	CUMPLE	2294,27	CUMPLE	0,53	0,27	NO
4,51	-6821,40	-2758,60	-4737,08	-7183,85	2446,77	CUMPLE	2446,77	CUMPLE	0,53	0,27	NO
4,51	-6559,50	-2630,20	-4555,21	-6849,48	2294,27	CUMPLE	2294,27	CUMPLE	0,53	0,27	NO
4,51	-6821,40	-2758,60	-4737,08	-7183,85	2446,77	CUMPLE	2446,77	CUMPLE	0,53	0,27	NO
5,01	-6515,40	-2658,70	-4524,58	-6923,70	2399,11	CUMPLE	2399,11	CUMPLE	0,52	0,28	NO
5,01	-6801,50	-2806,90	-4723,26	-7309,64	2586,37	CUMPLE	2586,37	CUMPLE	0,52	0,28	NO
5,01	-6515,40	-2658,70	-4524,58	-6923,70	2399,11	CUMPLE	2399,11	CUMPLE	0,52	0,28	NO
5,01	-6801,50	-2806,90	-4723,26	-7309,64	2586,37	CUMPLE	2586,37	CUMPLE	0,52	0,28	NO
5,52	-6481,70	-2666,30	-4501,18	-6943,49	2442,31	CUMPLE	2442,31	CUMPLE	0,52	0,28	NO
5,52	-6792,10	-2833,00	-4716,74	-7377,60	2660,87	CUMPLE	2660,87	CUMPLE	0,51	0,29	NO
5,52	-6481,70	-2666,30	-4501,18	-6943,49	2442,31	CUMPLE	2442,31	CUMPLE	0,52	0,28	NO
5,52	-6792,10	-2833,00	-4716,74	-7377,60	2660,87	CUMPLE	2660,87	CUMPLE	0,51	0,29	NO
6,02	-6443,50	-2659,50	-4474,65	-6925,78	2451,13	CUMPLE	2451,13	CUMPLE	0,52	0,28	NO
6,02	-6777,80	-2843,50	-4706,81	-7404,95	2698,14	CUMPLE	2698,14	CUMPLE	0,51	0,29	NO
6,02	-6443,50	-2659,50	-4474,65	-6925,78	2451,13	CUMPLE	2451,13	CUMPLE	0,52	0,28	NO
6,02	-6777,80	-2843,50	-4706,81	-7404,95	2698,14	CUMPLE	2698,14	CUMPLE	0,51	0,29	NO
6,52	-6397,60	-2638,90	-4442,78	-6872,14	2429,36	CUMPLE	2429,36	CUMPLE	0,52	0,28	NO
6,52	-6754,90	-2839,10	-4690,90	-7393,49	2702,59	CUMPLE	2702,59	CUMPLE	0,51	0,29	NO
6,52	-6397,60	-2638,90	-4442,78	-6872,14	2429,36	CUMPLE	2429,36	CUMPLE	0,52	0,28	NO
6,52	-6754,90	-2839,10	-4690,90	-7393,49	2702,59	CUMPLE	2702,59	CUMPLE	0,51	0,29	NO
7,02	-6344,00	-2604,00	-4405,56	-6781,25	2375,69	CUMPLE	2375,69	CUMPLE	0,52	0,28	NO
7,02	-6722,90	-2819,20	-4668,68	-7341,67	2672,99	CUMPLE	2672,99	CUMPLE	0,51	0,29	NO
7,02	-6344,00	-2604,00	-4405,56	-6781,25	2375,69	CUMPLE	2375,69	CUMPLE	0,52	0,28	NO
7,02	-6722,90	-2819,20	-4668,68	-7341,67	2672,99	CUMPLE	2672,99	CUMPLE	0,51	0,29	NO
7,52	-6280,20	-2555,60	-4361,25	-6655,21	2293,96	CUMPLE	2293,96	CUMPLE	0,52	0,28	NO
7,52	-6679,70	-2784,60	-4638,68	-7251,56	2612,88	CUMPLE	2612,88	CUMPLE	0,51	0,29	NO
7,52	-6280,20	-2555,60	-4361,25	-6655,21	2293,96	CUMPLE	2293,96	CUMPLE	0,52	0,28	NO
7,52	-6679,70	-2784,60	-4638,68	-7251,56	2612,88	CUMPLE	2612,88	CUMPLE	0,51	0,29	NO
8,02	-6207,30	-2491,70	-4310,63	-6488,80	2178,18	CUMPLE	2178,18	CUMPLE	0,53	0,27	NO
8,02	-6625,90	-2733,40	-4601,32	-7118,23	2516,91	CUMPLE	2516,91	CUMPLE	0,52	0,28	NO
8,02	-6207,30	-2491,70	-4310,63	-6488,80	2178,18	CUMPLE	2178,18	CUMPLE	0,53	0,27	NO
8,02	-6625,90	-2733,40	-4601,32	-7118,23	2516,91	CUMPLE	2516,91	CUMPLE	0,52	0,28	NO
8,36	-6212,40	-2432,60	-4314,17	-6334,90	2020,73	CUMPLE	2020,73	CUMPLE	0,54	0,26	NO
8,36	-6643,10	-2682,10	-4613,26	-6984,64	2371,37	CUMPLE	2371,37	CUMPLE	0,53	0,27	NO
8,52	-6214,80	-2405,20	-4315,83	-6263,54	1947,71	CUMPLE	1947,71	CUMPLE	0,55	0,25	NO
8,52	-6651,10	-2658,30	-4618,82	-6922,66	2303,84	CUMPLE	2303,84	CUMPLE	0,53	0,27	NO
8,52	-6214,80	-2405,20	-4315,83	-6263,54	1947,71	CUMPLE	1947,71	CUMPLE	0,55	0,25	NO
8,52	-6651,10	-2658,30	-4618,82	-6922,66	2303,84	CUMPLE	2303,84	CUMPLE	0,53	0,27	NO
9,02	-6160,90	-2406,30	-4278,40	-6266,41	1988,00	CUMPLE	1988,00	CUMPLE	0,55	0,25	NO
9,02	-6613,50	-2669,50	-4592,71	-6951,82	2359,11	CUMPLE	2359,11	CUMPLE	0,53	0,27	NO
9,02	-6160,90	-2406,30	-4278,40	-6266,41	1988,00	CUMPLE	1988,00	CUMPLE	0,55	0,25	NO

9,02	-6613,50	-2669,50	-4592,71	-6951,82	2359,11	CUMPLE	2359,11	CUMPLE	0,53	0,27	NO
9,09	-6164,50	-2409,00	-4280,90	-6273,44	1992,53	CUMPLE	1992,53	CUMPLE	0,55	0,25	NO
9,09	-6618,90	-2673,40	-4596,46	-6961,98	2365,52	CUMPLE	2365,52	CUMPLE	0,53	0,27	NO
9,53	-6190,50	-2428,70	-4298,96	-6324,74	2025,78	CUMPLE	2025,78	CUMPLE	0,54	0,26	NO
9,53	-6657,30	-2700,90	-4623,13	-7033,59	2410,47	CUMPLE	2410,47	CUMPLE	0,53	0,27	NO
9,53	-6190,50	-2428,70	-4298,96	-6324,74	2025,78	CUMPLE	2025,78	CUMPLE	0,54	0,26	NO
9,53	-6657,30	-2700,90	-4623,13	-7033,59	2410,47	CUMPLE	2410,47	CUMPLE	0,53	0,27	NO
10,03	-6173,00	-2463,00	-4286,81	-6414,06	2127,26	CUMPLE	2127,26	CUMPLE	0,53	0,27	NO
10,03	-6652,40	-2742,90	-4619,72	-7142,97	2523,25	CUMPLE	2523,25	CUMPLE	0,52	0,28	NO
10,03	-6173,00	-2463,00	-4286,81	-6414,06	2127,26	CUMPLE	2127,26	CUMPLE	0,53	0,27	NO
10,03	-6652,40	-2742,90	-4619,72	-7142,97	2523,25	CUMPLE	2523,25	CUMPLE	0,52	0,28	NO
10,53	-6150,40	-2474,20	-4271,11	-6443,23	2172,12	CUMPLE	2172,12	CUMPLE	0,53	0,27	NO
10,53	-6640,40	-2760,40	-4611,39	-7188,54	2577,15	CUMPLE	2577,15	CUMPLE	0,51	0,29	NO
10,53	-6150,40	-2474,20	-4271,11	-6443,23	2172,12	CUMPLE	2172,12	CUMPLE	0,53	0,27	NO
10,53	-6640,40	-2760,40	-4611,39	-7188,54	2577,15	CUMPLE	2577,15	CUMPLE	0,51	0,29	NO
11,03	-6116,30	-2465,50	-4247,43	-6420,57	2173,14	CUMPLE	2173,14	CUMPLE	0,53	0,27	NO
11,03	-6614,60	-2756,60	-4593,47	-7178,65	2585,17	CUMPLE	2585,17	CUMPLE	0,51	0,29	NO
11,03	-6116,30	-2465,50	-4247,43	-6420,57	2173,14	CUMPLE	2173,14	CUMPLE	0,53	0,27	NO
11,03	-6614,60	-2756,60	-4593,47	-7178,65	2585,17	CUMPLE	2585,17	CUMPLE	0,51	0,29	NO
11,53	-6069,20	-2438,00	-4214,72	-6348,96	2134,24	CUMPLE	2134,24	CUMPLE	0,53	0,27	NO
11,53	-6573,60	-2732,80	-4565,00	-7116,67	2551,67	CUMPLE	2551,67	CUMPLE	0,51	0,29	NO
11,53	-6069,20	-2438,00	-4214,72	-6348,96	2134,24	CUMPLE	2134,24	CUMPLE	0,53	0,27	NO
11,53	-6573,60	-2732,80	-4565,00	-7116,67	2551,67	CUMPLE	2551,67	CUMPLE	0,51	0,29	NO
12,03	-6007,80	-2389,80	-4172,08	-6223,44	2051,35	CUMPLE	2051,35	CUMPLE	0,54	0,26	NO
12,03	-6516,00	-2686,70	-4525,00	-6996,61	2471,61	CUMPLE	2471,61	CUMPLE	0,52	0,28	NO
12,03	-6007,80	-2389,80	-4172,08	-6223,44	2051,35	CUMPLE	2051,35	CUMPLE	0,54	0,26	NO
12,03	-6516,00	-2686,70	-4525,00	-6996,61	2471,61	CUMPLE	2471,61	CUMPLE	0,52	0,28	NO
12,51	-6001,80	-2291,30	-4167,92	-5966,93	1799,01	CUMPLE	1799,01	CUMPLE	0,56	0,24	NO
12,51	-6511,20	-2588,90	-4521,67	-6741,93	2220,26	CUMPLE	2220,26	CUMPLE	0,54	0,26	NO
12,53	-6001,50	-2286,00	-4167,71	-5953,13	1785,42	CUMPLE	1785,42	CUMPLE	0,56	0,24	NO
12,53	-6511,00	-2583,60	-4521,53	-6728,13	2206,60	CUMPLE	2206,60	CUMPLE	0,54	0,26	NO
12,53	-6001,50	-2286,00	-4167,71	-5953,13	1785,42	CUMPLE	1785,42	CUMPLE	0,56	0,24	NO
12,53	-6511,00	-2583,60	-4521,53	-6728,13	2206,60	CUMPLE	2206,60	CUMPLE	0,54	0,26	NO
13,04	-5942,70	-2299,50	-4126,88	-5988,28	1861,41	CUMPLE	1861,41	CUMPLE	0,55	0,25	NO
13,04	-6450,90	-2596,50	-4479,79	-6761,72	2281,93	CUMPLE	2281,93	CUMPLE	0,53	0,27	NO
13,04	-5942,70	-2299,50	-4126,88	-5988,28	1861,41	CUMPLE	1861,41	CUMPLE	0,55	0,25	NO
13,04	-6450,90	-2596,50	-4479,79	-6761,72	2281,93	CUMPLE	2281,93	CUMPLE	0,53	0,27	NO
13,54	-5892,10	-2276,60	-4091,74	-5928,65	1836,91	CUMPLE	1836,91	CUMPLE	0,55	0,25	NO
13,54	-6396,50	-2571,30	-4442,01	-6696,09	2254,08	CUMPLE	2254,08	CUMPLE	0,53	0,27	NO
13,54	-5892,10	-2276,60	-4091,74	-5928,65	1836,91	CUMPLE	1836,91	CUMPLE	0,55	0,25	NO
13,54	-6396,50	-2571,30	-4442,01	-6696,09	2254,08	CUMPLE	2254,08	CUMPLE	0,53	0,27	NO
13,61	-5892,20	-2276,30	-4091,81	-5927,86	1836,06	CUMPLE	1836,06	CUMPLE	0,55	0,25	NO
13,61	-6395,70	-2570,30	-4441,46	-6693,49	2252,03	CUMPLE	2252,03	CUMPLE	0,53	0,27	NO
14,04	-5892,70	-2274,20	-4092,15	-5922,40	1830,24	CUMPLE	1830,24	CUMPLE	0,55	0,25	NO
14,04	-6390,70	-2564,80	-4437,99	-6679,17	2241,18	CUMPLE	2241,18	CUMPLE	0,53	0,27	NO
14,04	-5892,70	-2274,20	-4092,15	-5922,40	1830,24	CUMPLE	1830,24	CUMPLE	0,55	0,25	NO
14,04	-6390,70	-2564,80	-4437,99	-6679,17	2241,18	CUMPLE	2241,18	CUMPLE	0,53	0,27	NO
14,54	-5853,90	-2276,00	-4065,21	-5927,08	1861,88	CUMPLE	1861,88	CUMPLE	0,55	0,25	NO
14,54	-6342,50	-2561,20	-4404,51	-6669,79	2265,28	CUMPLE	2265,28	CUMPLE	0,53	0,27	NO
14,54	-5853,90	-2276,00	-4065,21	-5927,08	1861,88	CUMPLE	1861,88	CUMPLE	0,55	0,25	NO
14,54	-6342,50	-2561,20	-4404,51	-6669,79	2265,28	CUMPLE	2265,28	CUMPLE	0,53	0,27	NO
15,04	-5806,40	-2247,80	-4032,22	-5853,65	1821,42	CUMPLE	1821,42	CUMPLE	0,55	0,25	NO
15,04	-6282,70	-2525,70	-4362,99	-6577,34	2214,36	CUMPLE	2214,36	CUMPLE	0,53	0,27	NO
15,04	-5806,40	-2247,80	-4032,22	-5853,65	1821,42	CUMPLE	1821,42	CUMPLE	0,55	0,25	NO
15,04	-6282,70	-2525,70	-4362,99	-6577,34	2214,36	CUMPLE	2214,36	CUMPLE	0,53	0,27	NO
15,54	-5751,90	-2189,10	-3994,38	-5700,78	1706,41	CUMPLE	1706,41	CUMPLE	0,56	0,24	NO
15,54	-6213,20	-2458,00	-4314,72	-6401,04	2086,32	CUMPLE	2086,32	CUMPLE	0,54	0,26	NO
15,54	-5751,90	-2189,10	-3994,38	-5700,78	1706,41	CUMPLE	1706,41	CUMPLE	0,56	0,24	NO
15,54	-6213,20	-2458,00	-4314,72	-6401,04	2086,32	CUMPLE	2086,32	CUMPLE	0,54	0,26	NO
15,61	-5750,30	-2183,80	-3993,26	-5686,98	1693,72	CUMPLE	1693,72	CUMPLE	0,56	0,24	NO
15,61	-6209,30	-2451,30	-4312,01	-6383,59	2071,58	CUMPLE	2071,58	CUMPLE	0,54	0,26	NO
16,04	-5738,70	-2146,60	-3985,21	-5590,10	1604,90	CUMPLE	1604,90	CUMPLE	0,57	0,23	NO
16,04	-6182,00	-2404,50	-4293,06	-6261,72	1968,66	CUMPLE	1968,66	CUMPLE	0,55	0,25	NO
16,04	-5738,70	-2146,60	-3985,21	-5590,10	1604,90	CUMPLE	1604,90	CUMPLE	0,57	0,23	NO
16,04	-6182,00	-2404,50	-4293,06	-6261,72	1968,66	CUMPLE	1968,66	CUMPLE	0,55	0,25	NO
16,25	-5709,60	-2153,10	-3965,00	-5607,03	1642,03	CUMPLE	1642,03	CUMPLE	0,57	0,23	NO
16,25	-6144,30	-2405,90	-4266,88	-6265,36	1998,49	CUMPLE	1998,49	CUMPLE	0,54	0,26	NO
16,55	-5666,60	-2162,80	-3935,14	-5632,29	1697,15	CUMPLE	1697,15	CUMPLE	0,56	0,24	NO
16,55	-6088,70	-2407,80	-4228,26	-6270,31	2042,05	CUMPLE	2042,05	CUMPLE	0,54	0,26	NO
16,55	-5666,60	-2162,80	-3935,14	-5632,29	1697,15	CUMPLE	1697,15	CUMPLE	0,56	0,24	NO
16,55	-6088,70	-2407,80	-4228,26	-6270,31	2042,05	CUMPLE	2042,05	CUMPLE	0,54	0,26	NO
17,05	-5637,20	-2159,00	-3914,72	-5622,40	1707,67	CUMPLE	1707,67	CUMPLE	0,56	0,24	NO
17,05	-6035,20	-2389,30	-4191,11	-6222,14	2031,02	CUMPLE	2031,02	CUMPLE	0,54	0,26	NO
17,05	-5637,20	-2159,00	-3914,72	-5622,40	1707,67	CUMPLE	1707,67	CUMPLE	0,56	0,24	NO
17,05	-6035,20	-2389,30	-4191,11	-6222,14	2031,02	CUMPLE	2031,02	CUMPLE	0,54	0,26	NO
17,55	-5594,70	-2126,70	-3885,21	-5538,28	1653,07	CUMPLE	1653,07	CUMPLE	0,56	0,24	NO
17,55	-5965,50	-2340,60	-4142,71	-6095,31	1952,60	CUMPLE	1952,60	CUMPLE	0,54	0,26	NO
17,55	-5594,70	-2126,70	-3885,21	-5538,28	1653,07	CUMPLE	1653,07	CUMPLE	0,56	0,24	NO
17,55	-5965,50	-2340,60	-4142,71	-6095,31	1952,60	CUMPLE	1952,60	CUMPLE	0,54	0,26	NO
18,05	-5540,80	-2061,60	-3847,78	-5368,75	1520,97	CUMPLE	1520,97	CUMPLE	0,57	0,23	NO

18,05	-5881,30	-2256,50	-4084,24	-5876,30	1792,07	CUMPLE	1792,07	CUMPLE	0,56	0,24	NO
18,05	-5540,80	-2061,60	-3847,78	-5368,75	1520,97	CUMPLE	1520,97	CUMPLE	0,57	0,23	NO
18,05	-5881,30	-2256,50	-4084,24	-5876,30	1792,07	CUMPLE	1792,07	CUMPLE	0,56	0,24	NO
18,55	-5492,90	-1954,70	-3814,51	-5090,36	1275,85	CUMPLE	1275,85	CUMPLE	0,60	0,20	NO
18,55	-5800,30	-2128,60	-4027,99	-5543,23	1515,24	CUMPLE	1515,24	CUMPLE	0,58	0,22	NO
18,55	-5492,90	-1954,70	-3814,51	-5090,36	1275,85	CUMPLE	1275,85	CUMPLE	0,60	0,20	NO
18,55	-5800,30	-2128,60	-4027,99	-5543,23	1515,24	CUMPLE	1515,24	CUMPLE	0,58	0,22	NO
18,71	-5443,40	-1954,70	-3780,14	-5090,36	1310,23	CUMPLE	1310,23	CUMPLE	0,59	0,21	NO
18,71	-5739,10	-2121,20	-3985,49	-5523,96	1538,47	CUMPLE	1538,47	CUMPLE	0,58	0,22	NO
19,05	-5340,80	-1954,90	-3708,89	-5090,89	1382,00	CUMPLE	1382,00	CUMPLE	0,58	0,22	NO
19,05	-5612,40	-2105,80	-3897,50	-5483,85	1586,35	CUMPLE	1586,35	CUMPLE	0,57	0,23	NO
19,05	-5340,80	-1954,90	-3708,89	-5090,89	1382,00	CUMPLE	1382,00	CUMPLE	0,58	0,22	NO
19,05	-5612,40	-2105,80	-3897,50	-5483,85	1586,35	CUMPLE	1586,35	CUMPLE	0,57	0,23	NO
19,55	-5314,40	-1932,80	-3690,56	-5033,33	1342,78	CUMPLE	1342,78	CUMPLE	0,59	0,21	NO
19,55	-5547,30	-2058,40	-3852,29	-5360,42	1508,13	CUMPLE	1508,13	CUMPLE	0,57	0,23	NO
19,55	-5314,40	-1932,80	-3690,56	-5033,33	1342,78	CUMPLE	1342,78	CUMPLE	0,59	0,21	NO
19,55	-5547,30	-2058,40	-3852,29	-5360,42	1508,13	CUMPLE	1508,13	CUMPLE	0,57	0,23	NO
20,05	-5277,40	-1882,70	-3664,86	-4902,86	1238,00	CUMPLE	1238,00	CUMPLE	0,60	0,20	NO
20,05	-5469,60	-1980,60	-3798,33	-5157,81	1359,48	CUMPLE	1359,48	CUMPLE	0,59	0,21	NO
20,05	-5277,40	-1882,70	-3664,86	-4902,86	1238,00	CUMPLE	1238,00	CUMPLE	0,60	0,20	NO
20,05	-5469,60	-1980,60	-3798,33	-5157,81	1359,48	CUMPLE	1359,48	CUMPLE	0,59	0,21	NO
20,56	-5232,20	-1805,80	-3633,47	-4702,60	1069,13	CUMPLE	1069,13	CUMPLE	0,62	0,18	NO
20,56	-5381,50	-1874,00	-3737,15	-4880,21	1143,06	CUMPLE	1143,06	CUMPLE	0,61	0,19	NO
20,56	-5232,20	-1805,80	-3633,47	-4702,60	1069,13	CUMPLE	1069,13	CUMPLE	0,62	0,18	NO
20,56	-5381,50	-1874,00	-3737,15	-4880,21	1143,06	CUMPLE	1143,06	CUMPLE	0,61	0,19	NO
21,06	-5183,20	-1701,60	-3599,44	-4431,25	831,81	CUMPLE	831,81	CUMPLE	0,65	0,15	NO
21,06	-5287,50	-1738,00	-3671,88	-4526,04	854,17	CUMPLE	854,17	CUMPLE	0,65	0,15	NO
21,06	-5183,20	-1701,60	-3599,44	-4431,25	831,81	CUMPLE	831,81	CUMPLE	0,65	0,15	NO
21,06	-5287,50	-1738,00	-3671,88	-4526,04	854,17	CUMPLE	854,17	CUMPLE	0,65	0,15	NO
21,56	-5145,60	-1567,30	-3573,33	-4081,51	508,18	CUMPLE	508,18	CUMPLE	0,70	0,10	NO
21,56	-5204,30	-1571,10	-3614,10	-4091,41	477,31	CUMPLE	477,31	CUMPLE	0,71	0,09	NO
21,56	-5145,60	-1567,30	-3573,33	-4081,51	508,18	CUMPLE	508,18	CUMPLE	0,70	0,10	NO
21,56	-5204,30	-1571,10	-3614,10	-4091,41	477,31	CUMPLE	477,31	CUMPLE	0,71	0,09	NO
21,85	-5029,10	-1490,90	-3492,43	-3882,55	390,12	CUMPLE	390,12	CUMPLE	0,72	0,08	NO
21,85	-5062,00	-1509,20	-3515,28	-3930,21	414,93	CUMPLE	414,93	CUMPLE	0,72	0,08	NO
22,06	-4942,80	-1432,70	-3432,50	-3730,99	298,49	CUMPLE	298,49	CUMPLE	0,74	0,06	NO
22,06	-4956,70	-1466,20	-3442,15	-3818,23	376,08	CUMPLE	376,08	CUMPLE	0,72	0,08	NO
22,06	-4942,80	-1432,70	-3432,50	-3730,99	298,49	CUMPLE	298,49	CUMPLE	0,74	0,06	NO
22,06	-4956,70	-1466,20	-3442,15	-3818,23	376,08	CUMPLE	376,08	CUMPLE	0,72	0,08	NO
22,56	-4942,30	-1369,20	-3432,15	-3565,63	133,47	CUMPLE	133,47	CUMPLE	0,77	0,03	NO
22,56	-4976,80	-1440,80	-3456,11	-3752,08	295,97	CUMPLE	295,97	CUMPLE	0,74	0,06	NO
22,56	-4942,30	-1369,20	-3432,15	-3565,63	133,47	CUMPLE	133,47	CUMPLE	0,77	0,03	NO
22,56	-4976,80	-1440,80	-3456,11	-3752,08	295,97	CUMPLE	295,97	CUMPLE	0,74	0,06	NO
23,06	-4939,90	-1298,20	-3430,49	-3380,73	-49,76	CUMPLE	-49,76	CUMPLE	0,81	0,01	SI
23,06	-5019,80	-1408,60	-3485,97	-3668,23	182,26	CUMPLE	182,26	CUMPLE	0,76	0,04	NO
23,06	-4939,90	-1298,20	-3430,49	-3380,73	-49,76	CUMPLE	-49,76	CUMPLE	0,81	0,01	SI
23,06	-5019,80	-1408,60	-3485,97	-3668,23	182,26	CUMPLE	182,26	CUMPLE	0,76	0,04	NO
23,56	-4955,60	-1224,40	-3441,39	-3188,54	-252,85	CUMPLE	-252,85	CUMPLE	0,86	0,06	SI
23,56	-5078,40	-1374,90	-3526,67	-3580,47	53,80	CUMPLE	53,80	CUMPLE	0,79	0,01	NO
23,56	-4955,60	-1224,40	-3441,39	-3188,54	-252,85	CUMPLE	-252,85	CUMPLE	0,86	0,06	SI
23,56	-5078,40	-1374,90	-3526,67	-3580,47	53,80	CUMPLE	53,80	CUMPLE	0,79	0,01	NO
24,07	-5003,00	-1152,70	-3474,31	-3001,82	-472,48	CUMPLE	-472,48	CUMPLE	0,93	0,13	SI
24,07	-5163,10	-1345,50	-3585,49	-3503,91	-81,58	CUMPLE	-81,58	CUMPLE	0,82	0,02	SI
24,07	-5003,00	-1152,70	-3474,31	-3001,82	-472,48	CUMPLE	-472,48	CUMPLE	0,93	0,13	SI
24,07	-5163,10	-1345,50	-3585,49	-3503,91	-81,58	CUMPLE	-81,58	CUMPLE	0,82	0,02	SI
24,57	-4937,30	-1160,50	-3428,68	-3022,14	-406,55	CUMPLE	-406,55	CUMPLE	0,91	0,11	SI
24,57	-5138,50	-1375,90	-3568,40	-3583,07	14,67	CUMPLE	14,67	CUMPLE	0,80	0,00	NO
24,57	-4937,30	-1160,50	-3428,68	-3022,14	-406,55	CUMPLE	-406,55	CUMPLE	0,91	0,11	SI
24,57	-5138,50	-1375,90	-3568,40	-3583,07	14,67	CUMPLE	14,67	CUMPLE	0,80	0,00	NO
25,02	5218,20	3894,50	3623,75	10141,93	-6518,18	CUMPLE	-6518,18	CUMPLE	0,29	0,51	NO
25,02	4968,60	3683,20	3450,42	9591,67	-6141,25	CUMPLE	-6141,25	CUMPLE	0,29	0,51	NO



## Anejo 6. Armadura Longitudinal Vigas

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
Barra núm. 531 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	5,474	-0,160	5,314	+	181,44
2	+z (inferior)	14	25,0	68,72	5,654	-0,250	5,404	+	305,02
3	±y (lateral)	46	12,0	52,02	5,394	-0,120	5,274	+	220,29
Barra núm. 532 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	19	20,0	59,69	5,554	-0,200	5,354	+	260,24
2	+z (inferior)	19	20,0	59,69	5,554	-0,200	5,354	+	260,24
3	±y (lateral)	12	12,0	13,57	5,394	-0,120	5,274	+	57,47
Barra núm. 533 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	22	16,0	44,23	5,474	-0,160	5,314	+	190,08
2	+z (inferior)	17	20,0	53,41	5,554	-0,200	5,354	+	232,85
3	±y (lateral)	50	12,0	56,55	5,394	-0,120	5,274	+	239,44
Barra núm. 534 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	23	16,0	46,24	5,474	-0,160	5,314	+	198,72
2	+z (inferior)	16	20,0	50,27	5,554	-0,200	5,354	+	219,15
3	±y (lateral)	54	12,0	61,07	5,394	-0,120	5,274	+	258,60
Barra núm. 550 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	5,474	-0,160	5,314	+	181,44
2	+z (inferior)	17	20,0	53,41	5,554	-0,200	5,354	+	232,85
3	±y (lateral)	52	12,0	58,81	5,394	-0,120	5,274	+	249,02
Barra núm. 551 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	23	16,0	46,24	5,474	-0,160	5,314	+	198,72
2	+z (inferior)	20	20,0	62,83	5,554	-0,200	5,354	+	273,94
3	±y (lateral)	54	12,0	61,07	5,394	-0,120	5,274	+	258,60
Barra núm. 552 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	22	16,0	44,23	5,474	-0,160	5,314	+	190,08
2	+z (inferior)	20	20,0	62,83	5,554	-0,200	5,354	+	273,94
3	±y (lateral)	56	12,0	63,33	5,394	-0,120	5,274	+	268,18
Barra núm. 553 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	20	16,0	40,21	5,474	-0,160	5,314	+	172,80
2	+z (inferior)	18	20,0	56,55	5,554	-0,200	5,354	+	246,55
3	±y (lateral)	48	12,0	54,29	5,394	-0,120	5,274	+	229,87
Barra núm. 554 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	22	16,0	44,23	5,474	-0,160	5,314	+	190,08
2	+z (inferior)	22	16,0	44,23	5,474	-0,160	5,314	+	190,08
3	±y (lateral)	54	12,0	61,07	5,394	-0,120	5,274	+	258,60
Barra núm. 555 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	20	16,0	40,21	5,474	-0,160	5,314	+	172,80
2	+z (inferior)	21	20,0	65,97	5,554	-0,200	5,354	+	287,64
3	±y (lateral)	50	12,0	56,55	5,394	-0,120	5,274	+	239,44
Barra núm. 556 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	23	16,0	46,24	5,474	-0,160	5,314	+	198,72
2	+z (inferior)	15	25,0	73,63	5,654	-0,250	5,404	+	326,80
3	±y (lateral)	54	12,0	61,07	5,394	-0,120	5,274	+	258,60
Barra núm. 557 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	18	16,0	36,19	5,474	-0,160	5,314	+	155,52
2	+z (inferior)	16	25,0	78,54	5,654	-0,250	5,404	+	348,59
3	±y (lateral)	52	12,0	58,81	5,394	-0,120	5,274	+	249,02
Barra núm. 667 - Rectángulo 600/1000									

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	8,950	-0,120	8,830	+	87,41
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	8,970	-0,120	8,850	+	87,60
3	±y (lateral)	20	12,0	22,62	8,950	-0,120	8,830	+	158,92
Barra núm. 668 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	5,712	-0,120	5,592	+	81,14
2	+z (inferior)	17	16,0	34,18	5,990	-0,160	5,830	+	160,73
3	±y (lateral)	12	12,0	13,57	5,712	-0,120	5,592	+	60,85
Barra núm. 773 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	20	20,0	62,83	5,554	-0,200	5,354	+	273,94
2	+z (inferior)	20	20,0	62,83	5,554	-0,200	5,354	+	273,94
3	±y (lateral)	90	12,0	101,79	5,394	-0,120	5,274	+	431,00
Barra núm. 778 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	20	16,0	40,21	5,474	-0,160	5,314	+	172,80
2	+z (inferior)	20	16,0	40,21	5,474	-0,160	5,314	+	172,80
3	±y (lateral)	46	12,0	52,02	5,394	-0,120	5,274	+	220,29
Barra núm. 853 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	5,474	-0,160	5,314	+	181,44
2	+z (inferior)	21	20,0	65,97	5,554	-0,200	5,354	+	287,64
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,394	-0,120	5,274	+	38,31
Barra núm. 854 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	22	16,0	44,23	5,474	-0,160	5,314	+	190,08
2	+z (inferior)	17	20,0	53,41	5,554	-0,200	5,354	+	232,85
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,394	-0,120	5,274	+	38,31
Barra núm. 855 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	23	16,0	46,24	5,474	-0,160	5,314	+	198,72
2	+z (inferior)	18	20,0	56,55	5,554	-0,200	5,354	+	246,55
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,394	-0,120	5,274	+	38,31
Barra núm. 858 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	22	16,0	44,23	5,474	-0,160	5,314	+	190,08
2	+z (inferior)	17	20,0	53,41	5,554	-0,200	5,354	+	232,85
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,394	-0,120	5,274	+	38,31
Barra núm. 859 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	23	16,0	46,24	5,474	-0,160	5,314	+	198,72
2	+z (inferior)	20	20,0	62,83	5,554	-0,200	5,354	+	273,94
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,394	-0,120	5,274	+	38,31
Barra núm. 860 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	22	16,0	44,23	5,474	-0,160	5,314	+	190,08
2	+z (inferior)	17	20,0	53,41	5,554	-0,200	5,354	+	232,85
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,394	-0,120	5,274	+	38,31
Barra núm. 861 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	5,474	-0,160	5,314	+	181,44
2	+z (inferior)	17	20,0	53,41	5,554	-0,200	5,354	+	232,85
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,394	-0,120	5,274	+	38,31
Barra núm. 862 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	5,474	-0,160	5,314	+	181,44
2	+z (inferior)	16	20,0	50,27	5,554	-0,200	5,354	+	219,15
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,394	-0,120	5,274	+	38,31
Barra núm. 863 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	22	16,0	44,23	5,474	-0,160	5,314	+	190,08

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
2	+z (inferior)	22	16,0	44,23	5,474	-0,160	5,314	+	190,08
3	±y (lateral)	12	12,0	13,57	5,394	-0,120	5,274	+	57,47
Barra núm. 864 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	16	20,0	50,27	5,554	-0,200	5,354	+	219,15
2	+z (inferior)	16	20,0	50,27	5,554	-0,200	5,354	+	219,15
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,394	-0,120	5,274	+	38,31
Barra núm. 865 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	19	16,0	38,20	5,474	-0,160	5,314	+	164,16
2	+z (inferior)	19	20,0	59,69	5,554	-0,200	5,354	+	260,24
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,394	-0,120	5,274	+	38,31
Barra núm. 866 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	16	20,0	50,27	5,554	-0,200	5,354	+	219,15
2	+z (inferior)	20	20,0	62,83	5,554	-0,200	5,354	+	273,94
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,394	-0,120	5,274	+	38,31
Barra núm. 908 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	7,753	-0,131	7,623	+	41,30
2	+z (inferior)	7	12,0	7,92	8,034	-0,275	7,759	+	49,93
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,753	-0,131	7,623	+	13,77
Barra núm. 909 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	2,541	-0,120	2,421	+	13,54
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	2,598	-0,177	2,421	+	13,84
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	2,541	-0,120	2,421	+	9,02
Barra núm. 910 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	5	12,0	5,65	3,863	-0,120	3,743	+	17,15
2	+z (inferior)	5	12,0	5,65	3,888	-0,182	3,706	+	17,26
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	3,826	-0,120	3,706	+	6,79
Barra núm. 911 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	5,269	-0,120	5,149	+	28,07
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	5,321	-0,172	5,149	+	28,35
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	5,269	-0,120	5,149	+	18,71
Barra núm. 912 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	7,636	-0,120	7,516	+	40,68
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	7,836	-0,209	7,627	+	41,74
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	7,636	-0,120	7,516	+	27,12
Barra núm. 913 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	7,872	-0,144	7,728	+	62,90
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	8,051	-0,323	7,728	+	57,18
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,872	-0,144	7,728	+	13,98
Barra núm. 915 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	7,275	-0,120	7,155	+	38,75
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	7,359	-0,120	7,239	+	39,20
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,275	-0,120	7,155	+	12,92
Barra núm. 916 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	5	12,0	5,65	5,439	-0,120	5,319	+	24,14
2	+z (inferior)	5	12,0	5,65	5,502	-0,120	5,382	+	24,42
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	5,439	-0,120	5,319	+	9,66
Barra núm. 917 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	4,170	-0,136	4,034	+	22,21
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	4,223	-0,120	4,103	+	22,49

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	4,154	-0,120	4,034	+	7,38
Barra núm. 918 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	2,711	-0,120	2,591	+	14,44
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	2,815	-0,120	2,695	+	14,99
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	2,711	-0,120	2,591	+	4,81
Barra núm. 919 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	0,705	-0,120	0,585	+	3,76
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	0,815	-0,230	0,585	+	4,34
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	0,705	-0,120	0,585	+	2,50
Barra núm. 920 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	7	12,0	7,92	7,740	-0,120	7,620	+	48,10
2	+z (inferior)	7	12,0	7,92	7,811	-0,120	7,691	+	48,55
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
Barra núm. 921 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	5,005	-0,120	4,885	+	26,66
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	4,988	-0,189	4,799	+	26,57
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	4,919	-0,120	4,799	+	26,20
Barra núm. 922 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	7	12,0	7,92	3,186	-0,236	2,950	+	19,80
2	+z (inferior)	7	12,0	7,92	3,270	-0,165	3,104	+	20,32
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	3,070	-0,120	2,950	+	5,45
Barra núm. 923 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	5	12,0	5,65	1,170	-0,120	1,050	+	5,19
2	+z (inferior)	5	12,0	5,65	1,170	-0,120	1,050	+	5,19
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	1,170	-0,120	1,050	+	2,08
Barra núm. 985 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	13	12,0	14,70	3,979	-0,120	3,859	+	45,92
2	+z (inferior)	25	12,0	28,27	4,150	-0,312	3,838	+	92,12
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	3,958	-0,120	3,838	+	7,03
Barra núm. 987 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	13	12,0	14,70	9,450	-0,120	9,330	+	109,07
2	+z (inferior)	23	12,0	26,01	9,785	-0,313	9,472	+	199,80
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	9,450	-0,120	9,330	+	67,12
Barra núm. 989 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	13	12,0	14,70	10,286	-0,120	10,166	+	118,72
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	10,370	-0,147	10,224	+	73,65
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	10,286	-0,120	10,166	+	73,06
Barra núm. 992 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	10,337	-0,164	10,173	+	146,84
2	+z (inferior)	10	16,0	20,11	10,431	-0,212	10,219	+	164,64
3	±y (lateral)	38	12,0	42,98	10,337	-0,164	10,173	+	348,74
Barra núm. 993 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	14	12,0	15,83	1,606	-0,182	1,424	+	19,97
2	+z (inferior)	15	12,0	16,96	1,654	-0,230	1,424	+	22,02
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	1,606	-0,182	1,424	+	5,70
Barra núm. 998 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	5	12,0	5,65	0,838	-0,120	0,718	+	3,72
2	+z (inferior)	5	12,0	5,65	0,838	-0,120	0,718	+	3,72
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	0,838	-0,120	0,718	+	1,49

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
Barra núm. 1011 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	15	12,0	16,96	7,550	-0,140	7,410	+	100,54
2	+z (inferior)	15	12,0	16,96	7,571	-0,161	7,410	+	100,82
3	±y (lateral)	20	12,0	22,62	7,550	-0,140	7,410	+	134,05
Barra núm. 1012 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	9,643	-0,147	9,496	+	136,98
2	+z (inferior)	10	16,0	20,11	9,747	-0,211	9,536	+	153,84
3	±y (lateral)	18	12,0	20,36	9,643	-0,147	9,496	+	154,10
Barra núm. 1013 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	7	12,0	7,92	9,114	-0,120	8,994	+	56,64
2	+z (inferior)	7	12,0	7,92	9,122	-0,128	8,994	+	56,69
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	9,114	-0,120	8,994	+	32,37
Barra núm. 1014 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	7	12,0	7,92	8,842	-0,120	8,722	+	54,95
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	8,867	-0,145	8,722	+	47,23
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	8,842	-0,120	8,722	+	31,40
Barra núm. 1015 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	7,951	-0,126	7,825	+	63,53
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	7,984	-0,159	7,825	+	63,80
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	7,951	-0,126	7,825	+	42,35
Barra núm. 1016 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	14	12,0	15,83	8,430	-0,175	8,255	+	104,77
2	+z (inferior)	13	12,0	14,70	8,487	-0,232	8,255	+	97,95
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	8,430	-0,175	8,255	+	29,94
Barra núm. 1017 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	8	12,0	9,05	1,387	-0,120	1,267	+	9,85
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	1,404	-0,120	1,284	+	9,97
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	1,387	-0,120	1,267	+	12,31
Barra núm. 1018 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	14	12,0	15,83	2,105	-0,120	1,985	+	26,16
2	+z (inferior)	14	12,0	15,83	2,105	-0,120	1,985	+	26,16
3	±y (lateral)	32	12,0	36,19	2,105	-0,120	1,985	+	59,80
Barra núm. 1019 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	8	12,0	9,05	1,638	-0,120	1,518	+	11,63
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	1,653	-0,120	1,533	+	11,74
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	1,638	-0,120	1,518	+	14,54
Barra núm. 1020 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	2,566	-0,120	2,446	+	25,06
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	2,590	-0,120	2,470	+	25,29
3	±y (lateral)	20	12,0	22,62	2,566	-0,120	2,446	+	45,56
Barra núm. 1021 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	15	12,0	16,96	0,899	-0,120	0,779	+	11,97
2	+z (inferior)	16	12,0	18,10	0,904	-0,120	0,784	+	12,84
3	±y (lateral)	34	12,0	38,45	0,899	-0,120	0,779	+	27,13
Barra núm. 1022 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	9	16,0	18,10	6,004	-0,513	5,490	+	85,28
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	5,709	-0,264	5,445	+	55,76
3	±y (lateral)	18	12,0	20,36	5,569	-0,120	5,449	+	89,00
Barra núm. 1023 - Rectángulo 500/600									

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
1	-z (superior)	10	16,0	20,11	4,824	-0,160	4,664	+	76,15
2	+z (inferior)	5	12,0	5,65	4,317	-0,120	4,197	+	19,16
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	4,332	-0,120	4,212	+	7,69
Barra núm. 1075 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	5,339	-0,120	5,219	+	42,66
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	5,339	-0,120	5,219	+	42,66
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	5,339	-0,120	5,219	+	47,40
Barra núm. 1076 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	9,407	-0,120	9,287	+	50,11
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	9,407	-0,120	9,287	+	50,11
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	9,407	-0,120	9,287	+	50,11
Barra núm. 1077 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	3,740	-0,120	3,620	+	13,28
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	3,740	-0,120	3,620	+	13,28
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	3,740	-0,120	3,620	+	6,64
Barra núm. 1080 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	5,237	-0,367	4,870	+	18,60
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	4,990	-0,120	4,870	+	17,72
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	4,990	-0,120	4,870	+	8,86
Barra núm. 1081 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	7	12,0	7,92	5,135	-0,120	5,015	+	31,91
2	+z (inferior)	7	12,0	7,92	5,135	-0,120	5,015	+	31,91
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	5,135	-0,120	5,015	+	9,12
Barra núm. 1082 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	12,147	-0,120	12,027	+	64,71
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	12,147	-0,120	12,027	+	64,71
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	12,147	-0,120	12,027	+	64,71
Barra núm. 1083 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	2,003	-0,120	1,883	+	7,11
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	2,003	-0,120	1,883	+	7,11
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	2,003	-0,120	1,883	+	3,56
Barra núm. 1084 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	10,137	-0,120	10,017	+	54,00
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	10,137	-0,120	10,017	+	54,00
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	10,137	-0,120	10,017	+	18,00
Barra núm. 1085 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	12,271	-0,120	12,151	+	65,37
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	12,271	-0,120	12,151	+	65,37
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	12,271	-0,120	12,151	+	43,58
Barra núm. 1087 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	7,725	-0,120	7,605	+	27,43
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	7,725	-0,120	7,605	+	27,43
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,725	-0,120	7,605	+	13,72
Barra núm. 1088 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	5	12,0	5,65	8,553	-0,120	8,433	+	37,97
2	+z (inferior)	5	12,0	5,65	8,553	-0,120	8,433	+	37,97
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	8,553	-0,120	8,433	+	15,19
Barra núm. 1097 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	3,345	-0,120	3,225	+	17,82

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	3,345	-0,120	3,225	+	17,82
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	3,345	-0,120	3,225	+	5,94
Barra núm. 1098 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	10,440	-0,308	10,131	+	92,69
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	10,240	-0,120	10,120	+	72,73
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	10,240	-0,120	10,120	+	90,91
Barra núm. 1099 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	5,414	-0,120	5,294	+	52,87
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	5,323	-0,120	5,203	+	51,98
3	±y (lateral)	16	12,0	18,10	5,323	-0,120	5,203	+	75,61
Barra núm. 1100 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	8	12,0	9,05	1,990	-0,120	1,870	+	14,13
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	1,990	-0,120	1,870	+	14,13
3	±y (lateral)	12	12,0	13,57	1,990	-0,120	1,870	+	21,20
Barra núm. 1102 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	10,240	-0,120	10,120	+	54,55
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	10,240	-0,120	10,120	+	54,55
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	10,240	-0,120	10,120	+	36,36
Barra núm. 1103 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	7	12,0	7,92	5,375	-0,120	5,255	+	33,40
2	+z (inferior)	7	12,0	7,92	5,240	-0,120	5,120	+	32,57
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,240	-0,120	5,120	+	37,22
Barra núm. 1108 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	5,786	-0,120	5,666	+	20,55
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	5,786	-0,120	5,666	+	20,55
Barra núm. 1109 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	1,594	-0,120	1,474	+	8,49
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	1,594	-0,120	1,474	+	8,49
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	1,594	-0,120	1,474	+	2,83
Barra núm. 1110 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	7	12,0	7,92	2,775	-0,155	2,620	+	17,24
2	+z (inferior)	7	12,0	7,92	2,740	-0,120	2,620	+	17,03
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	2,740	-0,120	2,620	+	9,73
Barra núm. 1111 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	4,055	-0,175	3,880	+	39,61
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	4,000	-0,120	3,880	+	39,06
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	4,000	-0,120	3,880	+	7,10
Barra núm. 1112 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	2,540	-0,120	2,420	+	13,53
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	2,540	-0,120	2,420	+	13,53
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	2,540	-0,120	2,420	+	9,02
Barra núm. 1113 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	8	12,0	9,05	3,040	-0,120	2,920	+	21,59
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	3,040	-0,120	2,920	+	21,59
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	3,040	-0,120	2,920	+	26,99
Barra núm. 1114 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	5,856	-0,120	5,736	+	31,19
2	+z (inferior)	6	12,0	6,79	5,856	-0,120	5,736	+	31,19
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	5,856	-0,120	5,736	+	10,40

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
Barra núm. 1116 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	2,540	-0,120	2,420	+	24,81
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	2,540	-0,120	2,420	+	24,81
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	2,540	-0,120	2,420	+	9,02
Barra núm. 1117 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	5,628	-0,120	5,508	+	49,97
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	5,470	-0,120	5,350	+	48,56
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	5,470	-0,120	5,350	+	19,43
Barra núm. 1118 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	20	12,0	22,62	3,528	-0,425	3,103	+	62,65
2	+z (inferior)	13	12,0	14,70	3,223	-0,120	3,103	+	37,20
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	3,251	-0,148	3,103	+	5,77
Barra núm. 1119 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	19	12,0	21,49	2,953	-0,369	2,584	+	49,82
2	+z (inferior)	14	12,0	15,83	2,704	-0,120	2,584	+	33,61
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	2,704	-0,120	2,584	+	9,60
Barra núm. 1120 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	22	12,0	24,88	7,607	-0,120	7,487	+	148,57
2	+z (inferior)	15	12,0	16,96	7,362	-0,120	7,242	+	98,04
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	7,366	-0,120	7,246	+	65,40
Barra núm. 1121 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	2,800	-0,120	2,680	+	27,34
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	2,800	-0,120	2,680	+	27,34
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	2,800	-0,120	2,680	+	14,92
Barra núm. 1122 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	8	12,0	9,05	1,577	-0,120	1,457	+	11,20
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	1,492	-0,120	1,372	+	10,60
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	1,415	-0,120	1,295	+	2,51
Barra núm. 1123 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	0,360	-0,120	0,240	+	3,84
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	0,360	-0,120	0,240	+	3,84
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	0,360	-0,120	0,240	+	2,56
Barra núm. 1124 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	0,360	-0,120	0,240	+	3,84
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	0,360	-0,120	0,240	+	3,84
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	0,360	-0,120	0,240	+	1,92
Barra núm. 1125 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	2,030	-0,120	1,910	+	16,22
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	2,030	-0,120	1,910	+	16,22
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	2,030	-0,120	1,910	+	3,60
Barra núm. 1126 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	2,310	-0,120	2,190	+	32,82
2	+z (inferior)	16	12,0	18,10	2,250	-0,120	2,130	+	31,96
3	±y (lateral)	12	12,0	13,57	2,250	-0,120	2,130	+	23,97
Barra núm. 1127 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	5,786	-0,120	5,666	+	46,23
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	5,786	-0,120	5,666	+	46,23
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	5,786	-0,120	5,666	+	10,27
Barra núm. 1128 - Rectángulo 900/600									

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
1	-z (superior)	14	12,0	15,83	1,990	-0,120	1,870	+	24,73
2	+z (inferior)	14	12,0	15,83	1,990	-0,120	1,870	+	24,73
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	1,990	-0,120	1,870	+	17,67
Barra núm. 1129 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	0,993	-0,120	0,873	+	8,82
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	0,993	-0,120	0,873	+	8,82
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	0,993	-0,120	0,873	+	1,76
Barra núm. 1130 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	19	12,0	21,49	5,379	-0,176	5,203	+	90,73
2	+z (inferior)	19	12,0	21,49	5,323	-0,120	5,203	+	89,79
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	5,323	-0,120	5,203	+	28,36
Barra núm. 1131 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	5,240	-0,120	5,120	+	55,83
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	5,240	-0,120	5,120	+	55,83
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	5,240	-0,120	5,120	+	9,30
Barra núm. 1132 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	5,240	-0,120	5,120	+	74,43
2	+z (inferior)	16	12,0	18,10	5,240	-0,120	5,120	+	74,43
3	±y (lateral)	12	12,0	13,57	5,240	-0,120	5,120	+	55,83
Barra núm. 1133 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	17	12,0	19,23	1,849	-0,120	1,729	+	27,91
2	+z (inferior)	17	12,0	19,23	1,849	-0,120	1,729	+	27,91
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	1,849	-0,120	1,729	+	3,28
Barra núm. 1134 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	4,743	-0,120	4,623	+	50,53
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	4,726	-0,120	4,606	+	50,35
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	4,726	-0,120	4,606	+	33,57
Barra núm. 1135 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	1,594	-0,120	1,474	+	14,15
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	1,594	-0,120	1,474	+	14,15
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	1,594	-0,120	1,474	+	5,66
Barra núm. 1136 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	1,987	-0,120	1,867	+	21,17
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	1,987	-0,120	1,867	+	21,17
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	1,987	-0,120	1,867	+	14,11
Barra núm. 1137 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	8	12,0	9,05	2,023	-0,120	1,903	+	14,37
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	2,023	-0,120	1,903	+	14,37
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	2,023	-0,120	1,903	+	3,59
Barra núm. 1138 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	2,510	-0,120	2,390	+	24,51
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	2,510	-0,120	2,390	+	24,51
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	2,510	-0,120	2,390	+	8,91
Barra núm. 1139 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	3,425	-0,120	3,305	+	27,37
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	3,425	-0,120	3,305	+	27,37
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	3,425	-0,120	3,305	+	6,08
Barra núm. 1140 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	13	12,0	14,70	2,598	-0,336	2,262	+	29,99

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	2,382	-0,120	2,262	+	23,26
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	2,382	-0,120	2,262	+	8,46
Barra núm. 1141 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	2,704	-0,120	2,584	+	28,81
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	2,765	-0,181	2,584	+	29,46
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	2,704	-0,120	2,584	+	9,60
Barra núm. 1142 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	9,378	-0,120	9,258	+	99,91
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	9,378	-0,120	9,258	+	99,91
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	9,378	-0,120	9,258	+	49,96
Barra núm. 1143 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	14	12,0	15,83	2,281	-0,120	2,161	+	28,36
2	+z (inferior)	14	12,0	15,83	2,256	-0,120	2,136	+	28,04
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	2,256	-0,120	2,136	+	20,03
Barra núm. 1144 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	1,340	-0,120	1,220	+	10,71
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	1,340	-0,120	1,220	+	10,71
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	1,340	-0,120	1,220	+	2,38
Barra núm. 1145 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	0,770	-0,120	0,650	+	7,52
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	0,770	-0,120	0,650	+	7,52
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	0,770	-0,120	0,650	+	4,10
Barra núm. 1146 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	2,382	-0,120	2,262	+	19,03
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	2,285	-0,120	2,165	+	18,26
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	2,285	-0,120	2,165	+	4,06
Barra núm. 1147 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	1,440	-0,120	1,320	+	12,78
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	1,440	-0,120	1,320	+	12,78
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	1,440	-0,120	1,320	+	2,56
Barra núm. 1148 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	5,240	-0,120	5,120	+	46,52
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	5,240	-0,120	5,120	+	46,52
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	5,240	-0,120	5,120	+	18,61
Barra núm. 1149 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	1,428	-0,120	1,308	+	12,68
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	1,428	-0,120	1,308	+	12,68
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	1,428	-0,120	1,308	+	5,07
Barra núm. 1150 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	5,268	-0,131	5,137	+	51,45
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	5,240	-0,120	5,120	+	51,17
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	5,240	-0,120	5,120	+	27,91
Barra núm. 1151 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	5,240	-0,120	5,120	+	51,17
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	5,240	-0,120	5,120	+	51,17
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	5,240	-0,120	5,120	+	27,91
Barra núm. 1152 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	13	12,0	14,70	5,322	-0,120	5,202	+	61,43
2	+z (inferior)	13	12,0	14,70	5,283	-0,120	5,163	+	60,97

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,283	-0,120	5,163	+	37,52
Barra núm. 1153 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	2,740	-0,120	2,620	+	24,33
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	2,740	-0,120	2,620	+	24,33
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	2,740	-0,120	2,620	+	4,87
Barra núm. 1154 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	1,440	-0,120	1,320	+	11,51
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	1,440	-0,120	1,320	+	11,51
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	1,440	-0,120	1,320	+	5,11
Barra núm. 1155 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	2,902	-0,120	2,782	+	23,19
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	2,852	-0,120	2,732	+	22,79
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	2,852	-0,120	2,732	+	5,06
Barra núm. 1156 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	4,689	-0,120	4,569	+	37,47
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	4,689	-0,120	4,569	+	37,47
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	4,689	-0,120	4,569	+	8,33
Barra núm. 1157 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	0,825	-0,154	0,671	+	7,33
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	0,791	-0,120	0,671	+	7,02
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	0,791	-0,120	0,671	+	1,40
Barra núm. 1158 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	4,989	-0,120	4,869	+	44,29
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	4,989	-0,120	4,869	+	44,29
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	4,989	-0,120	4,869	+	8,86
Barra núm. 1159 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	2,000	-0,120	1,880	+	17,76
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	2,000	-0,120	1,880	+	17,76
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	2,000	-0,120	1,880	+	7,10
Barra núm. 1160 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	8	12,0	9,05	7,140	-0,120	7,020	+	50,71
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	7,140	-0,120	7,020	+	50,71
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,140	-0,120	7,020	+	12,68
Barra núm. 1161 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	4,989	-0,120	4,869	+	44,29
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	4,989	-0,120	4,869	+	44,29
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	4,989	-0,120	4,869	+	8,86
Barra núm. 1162 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	2,740	-0,120	2,620	+	21,89
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	2,740	-0,120	2,620	+	21,89
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	2,740	-0,120	2,620	+	4,87
Barra núm. 1163 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	2,000	-0,120	1,880	+	15,98
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	2,000	-0,120	1,880	+	15,98
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	2,000	-0,120	1,880	+	7,10
Barra núm. 1164 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	8	12,0	9,05	7,140	-0,120	7,020	+	50,71
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	7,140	-0,120	7,020	+	50,71
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,140	-0,120	7,020	+	12,68

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
Barra núm. 1165 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	3,212	-0,120	3,092	+	31,37
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	3,182	-0,120	3,062	+	31,08
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	3,182	-0,120	3,062	+	16,95
Barra núm. 1166 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	3,385	-0,120	3,265	+	27,05
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	3,385	-0,120	3,265	+	27,05
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	3,385	-0,120	3,265	+	6,01
Barra núm. 1167 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	5,240	-0,120	5,120	+	41,87
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	5,240	-0,120	5,120	+	41,87
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	5,240	-0,120	5,120	+	18,61
Barra núm. 1168 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	8	12,0	9,05	5,249	-0,120	5,129	+	37,28
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	5,240	-0,120	5,120	+	37,22
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	5,240	-0,120	5,120	+	9,30
Barra núm. 1169 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	5,240	-0,120	5,120	+	41,87
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	5,240	-0,120	5,120	+	41,87
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	5,240	-0,120	5,120	+	18,61
Barra núm. 1170 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	8	12,0	9,05	5,240	-0,120	5,120	+	37,22
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	5,240	-0,120	5,120	+	37,22
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	5,240	-0,120	5,120	+	9,30
Barra núm. 1171 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	5,240	-0,120	5,120	+	41,87
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	5,240	-0,120	5,120	+	41,87
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	5,240	-0,120	5,120	+	18,61
Barra núm. 1172 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	2,341	-0,120	2,221	+	20,78
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	2,341	-0,120	2,221	+	20,78
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	2,341	-0,120	2,221	+	4,16
Barra núm. 1173 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	9	12,0	10,18	1,553	-0,120	1,433	+	12,41
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	1,553	-0,120	1,433	+	12,41
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	1,553	-0,120	1,433	+	5,52
Barra núm. 1174 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	2,072	-0,120	1,952	+	18,40
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	2,072	-0,120	1,952	+	18,40
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	2,072	-0,120	1,952	+	7,36
Barra núm. 1175 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	5	12,0	5,65	7,740	-0,120	7,620	+	34,36
2	+z (inferior)	5	12,0	5,65	7,743	-0,120	7,623	+	34,37
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
Barra núm. 1176 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,740	-0,120	7,620	+	13,74
Barra núm. 1177 - Rectángulo 400/600									

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	7,851	-0,141	7,710	+	27,88
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,740	-0,120	7,620	+	13,74
Barra núm. 1178 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	8,057	-0,241	7,816	+	28,61
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,740	-0,120	7,620	+	13,74
Barra núm. 1179 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	5,111	-0,279	4,832	+	18,15
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	4,855	-0,120	4,735	+	17,24
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	4,749	-0,120	4,629	+	8,43
Barra núm. 1180 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	1,899	-0,120	1,779	+	6,74
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	1,899	-0,120	1,779	+	6,74
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	1,899	-0,120	1,779	+	3,37
Barra núm. 1181 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	5	12,0	5,65	5,465	-0,150	5,315	+	24,26
2	+z (inferior)	5	12,0	5,65	5,435	-0,120	5,315	+	24,13
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	5,435	-0,120	5,315	+	19,30
Barra núm. 1182 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	2,513	-0,222	2,292	+	8,93
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	2,381	-0,155	2,226	+	8,46
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	2,346	-0,120	2,226	+	4,17
Barra núm. 1183 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	2,443	-0,323	2,120	+	8,67
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	2,346	-0,226	2,120	+	8,33
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	2,240	-0,120	2,120	+	3,98
Barra núm. 1184 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	1,357	-0,120	1,237	+	4,82
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	1,231	-0,120	1,111	+	4,37
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	1,231	-0,120	1,111	+	2,19
Barra núm. 1185 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	5	12,0	5,65	0,439	-0,120	0,319	+	1,95
2	+z (inferior)	5	12,0	5,65	0,479	-0,157	0,322	+	2,13
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	0,439	-0,120	0,319	+	1,56
Barra núm. 1186 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	0,744	-0,172	0,572	+	2,64
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	0,612	-0,120	0,492	+	2,17
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	0,543	-0,120	0,423	+	0,96
Barra núm. 1187 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	5	12,0	5,65	8,036	-0,120	7,916	+	35,67
2	+z (inferior)	7	16,0	14,07	8,176	-0,160	8,016	+	90,33
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,740	-0,120	7,620	+	13,74
Barra núm. 1188 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	5	12,0	5,65	8,096	-0,381	7,716	+	35,94
2	+z (inferior)	8	16,0	16,08	8,248	-0,478	7,771	+	104,15
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,740	-0,120	7,620	+	13,74
Barra núm. 1189 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	8,034	-0,366	7,668	+	28,53

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	8,008	-0,348	7,660	+	56,87
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,740	-0,120	7,620	+	13,74
Barra núm. 1190 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	4,321	-0,120	4,201	+	15,34
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	4,321	-0,120	4,201	+	15,34
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	4,321	-0,120	4,201	+	15,34
Barra núm. 1191 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	0,633	-0,120	0,513	+	2,25
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	0,633	-0,120	0,513	+	2,25
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	0,633	-0,120	0,513	+	1,12
Barra núm. 1192 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	0,543	-0,120	0,423	+	1,93
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	0,543	-0,120	0,423	+	1,93
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	0,543	-0,120	0,423	+	0,96
Barra núm. 1193 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	7,981	-0,176	7,804	+	28,34
2	+z (inferior)	5	12,0	5,65	7,740	-0,120	7,620	+	34,36
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,740	-0,120	7,620	+	13,74
Barra núm. 1194 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	7,874	-0,254	7,620	+	27,96
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,740	-0,120	7,620	+	13,74
Barra núm. 1195 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,740	-0,120	7,620	+	13,74
Barra núm. 1196 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
Barra núm. 1197 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	7,792	-0,120	7,672	+	27,67
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	7,741	-0,120	7,621	+	27,49
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,740	-0,120	7,620	+	13,74
Barra núm. 1198 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	7,759	-0,139	7,620	+	27,55
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,740	-0,120	7,620	+	13,74
Barra núm. 1199 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	7,833	-0,120	7,713	+	27,82
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,740	-0,120	7,620	+	13,74
Barra núm. 1200 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	8,025	-0,250	7,774	+	28,50
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	7,740	-0,120	7,620	+	27,49
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,740	-0,120	7,620	+	13,74
Barra núm. 1201 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	5,340	-0,252	5,088	+	18,96
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	5,131	-0,120	5,011	+	18,22

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	5,073	-0,120	4,953	+	9,01
Barra núm. 1202 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	1,899	-0,120	1,779	+	6,74
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	1,899	-0,120	1,779	+	6,74
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	1,899	-0,120	1,779	+	3,37
Barra núm. 1203 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	4,226	-0,120	4,106	+	15,01
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	4,226	-0,120	4,106	+	15,01
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	4,226	-0,120	4,106	+	7,50
Barra núm. 1204 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	0,721	-0,120	0,601	+	2,56
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	0,607	-0,120	0,487	+	2,16
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	0,607	-0,120	0,487	+	1,08
Barra núm. 1205 - Rectángulo 400/600									
1	-z (superior)	4	12,0	4,52	2,675	-0,255	2,420	+	9,50
2	+z (inferior)	4	12,0	4,52	2,598	-0,178	2,420	+	9,23
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	2,540	-0,120	2,420	+	4,51
Barra núm. 1209 - Rectángulo 500/600									
1	-z (superior)	5	12,0	5,65	1,105	-0,120	0,985	+	4,91
2	+z (inferior)	5	12,0	5,65	1,105	-0,120	0,985	+	4,91
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	1,105	-0,120	0,985	+	1,96
Barra núm. 1210 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	10,304	-0,593	9,711	+	341,52
2	+z (inferior)	16	12,0	18,10	9,690	-0,120	9,570	+	137,65
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	9,706	-0,136	9,570	+	17,23
Barra núm. 1211 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	10,467	-0,292	10,175	+	102,22
2	+z (inferior)	13	12,0	14,70	10,260	-0,120	10,140	+	118,42
3	±y (lateral)	14	12,0	15,83	10,260	-0,120	10,140	+	127,53
Barra núm. 1212 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	8	12,0	9,05	7,530	-0,120	7,410	+	53,48
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	7,530	-0,120	7,410	+	53,48
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	7,530	-0,120	7,410	+	66,85
Barra núm. 1213 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	7	12,0	7,92	10,419	-0,209	10,210	+	64,75
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	10,226	-0,120	10,106	+	90,79
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	10,226	-0,120	10,106	+	72,63
Barra núm. 1214 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	10,143	-0,400	9,743	+	90,05
2	+z (inferior)	14	12,0	15,83	9,690	-0,120	9,570	+	120,44
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	9,715	-0,145	9,570	+	69,00
Barra núm. 1215 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	6	12,0	6,79	9,691	-0,218	9,473	+	51,62
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	9,430	-0,120	9,310	+	75,35
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	9,438	-0,120	9,318	+	33,52
Barra núm. 1216 - Rectángulo 600/1000									
1	-z (superior)	8	12,0	9,05	9,521	-0,228	9,293	+	67,62
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	9,413	-0,120	9,293	+	100,28
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	9,413	-0,120	9,293	+	33,43

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
Barra núm. 1219 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	13	12,0	14,70	8,862	-0,120	8,742	+	102,28
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	8,574	-0,120	8,454	+	76,12
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	8,586	-0,120	8,466	+	15,25
Barra núm. 1220 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	8,259	-0,428	7,831	+	87,99
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	7,647	-0,120	7,527	+	61,10
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,682	-0,139	7,543	+	13,64
Barra núm. 1221 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	8,156	-0,396	7,760	+	86,89
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	7,647	-0,120	7,527	+	67,89
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	7,658	-0,131	7,527	+	27,20
Barra núm. 1222 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	13	12,0	14,70	8,050	-0,341	7,709	+	92,91
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	7,647	-0,120	7,527	+	74,68
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	7,647	-0,120	7,527	+	27,16
Barra núm. 1223 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	8,079	-0,349	7,730	+	86,08
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	7,647	-0,120	7,527	+	67,89
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	7,647	-0,120	7,527	+	27,16
Barra núm. 1224 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	13	12,0	14,70	8,040	-0,298	7,742	+	92,80
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	7,647	-0,120	7,527	+	74,68
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	7,647	-0,120	7,527	+	40,73
Barra núm. 1225 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	8,031	-0,318	7,713	+	85,56
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	7,647	-0,120	7,527	+	74,68
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	7,647	-0,120	7,527	+	40,73
Barra núm. 1226 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	15,593	-0,397	15,196	+	166,12
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	15,055	-0,120	14,935	+	120,29
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	15,055	-0,120	14,935	+	53,46
Barra núm. 1227 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	14	12,0	15,83	8,003	-0,283	7,721	+	99,48
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	7,647	-0,120	7,527	+	81,47
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	7,647	-0,120	7,527	+	54,31
Barra núm. 1228 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	7,914	-0,258	7,656	+	112,42
2	+z (inferior)	15	12,0	16,96	7,647	-0,120	7,527	+	101,84
3	±y (lateral)	12	12,0	13,57	7,647	-0,120	7,527	+	81,47
Barra núm. 1229 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	7,886	-0,243	7,644	+	112,03
2	+z (inferior)	16	12,0	18,10	7,647	-0,120	7,527	+	108,63
3	±y (lateral)	12	12,0	13,57	7,647	-0,120	7,527	+	81,47
Barra núm. 1230 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	17	12,0	19,23	7,887	-0,256	7,631	+	119,03
2	+z (inferior)	16	12,0	18,10	7,647	-0,120	7,527	+	108,63
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	7,647	-0,120	7,527	+	67,89
Barra núm. 1231 - Rectángulo 900/600									

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	7,907	-0,268	7,639	+	112,32
2	+z (inferior)	15	12,0	16,96	7,647	-0,120	7,527	+	101,84
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	7,647	-0,120	7,527	+	67,89
Barra núm. 1232 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	15	12,0	16,96	7,934	-0,267	7,667	+	105,66
2	+z (inferior)	15	12,0	16,96	7,647	-0,120	7,527	+	101,84
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	7,647	-0,120	7,527	+	54,31
Barra núm. 1233 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	8,034	-0,313	7,722	+	85,59
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	7,647	-0,120	7,527	+	74,68
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	7,647	-0,120	7,527	+	27,16
Barra núm. 1234 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	8,198	-0,407	7,792	+	80,06
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	7,647	-0,120	7,527	+	61,10
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,666	-0,136	7,530	+	13,61
Barra núm. 1235 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	13	12,0	14,70	15,451	-0,310	15,141	+	178,33
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	15,055	-0,120	14,935	+	147,03
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	15,055	-0,120	14,935	+	80,20
Barra núm. 1236 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	15	12,0	16,96	8,072	-0,323	7,749	+	107,49
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	7,647	-0,120	7,527	+	81,47
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	7,648	-0,120	7,528	+	40,74
Barra núm. 1237 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	15	12,0	16,96	7,995	-0,316	7,679	+	106,47
2	+z (inferior)	13	12,0	14,70	7,647	-0,120	7,527	+	88,26
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	7,647	-0,120	7,527	+	54,31
Barra núm. 1238 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	14	12,0	15,83	7,984	-0,315	7,669	+	99,24
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	7,647	-0,120	7,527	+	81,47
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	7,647	-0,120	7,527	+	40,73
Barra núm. 1239 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	13	12,0	14,70	8,012	-0,305	7,708	+	92,48
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	7,647	-0,120	7,527	+	81,47
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	7,647	-0,120	7,527	+	40,73
Barra núm. 1240 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	7,901	-0,230	7,672	+	112,24
2	+z (inferior)	15	12,0	16,96	7,647	-0,120	7,527	+	101,84
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	7,647	-0,120	7,527	+	67,89
Barra núm. 1241 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	7,882	-0,228	7,654	+	111,97
2	+z (inferior)	15	12,0	16,96	7,647	-0,120	7,527	+	101,84
3	±y (lateral)	12	12,0	13,57	7,647	-0,120	7,527	+	81,47
Barra núm. 1242 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	17	12,0	19,23	7,902	-0,245	7,657	+	119,26
2	+z (inferior)	16	12,0	18,10	7,647	-0,120	7,527	+	108,63
3	±y (lateral)	12	12,0	13,57	7,647	-0,120	7,527	+	81,47
Barra núm. 1243 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	17	12,0	19,23	7,896	-0,249	7,646	+	119,17

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
2	+z (inferior)	16	12,0	18,10	7,647	-0,120	7,527	+	108,63
3	±y (lateral)	12	12,0	13,57	7,647	-0,120	7,527	+	81,47
Barra núm. 1244 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	7,893	-0,257	7,636	+	112,12
2	+z (inferior)	15	12,0	16,96	7,647	-0,120	7,527	+	101,84
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	7,647	-0,120	7,527	+	67,89
Barra núm. 1245 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	7,931	-0,272	7,660	+	112,66
2	+z (inferior)	15	12,0	16,96	7,647	-0,120	7,527	+	101,84
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	7,647	-0,120	7,527	+	54,31
Barra núm. 1246 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	15	12,0	16,96	7,956	-0,256	7,700	+	105,95
2	+z (inferior)	14	12,0	15,83	7,647	-0,120	7,527	+	95,05
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	7,647	-0,120	7,527	+	54,31
Barra núm. 1247 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	15	12,0	16,96	7,035	-0,433	6,602	+	93,69
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	6,722	-0,120	6,602	+	59,68
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	6,743	-0,141	6,602	+	23,94
Barra núm. 1248 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	14	12,0	15,83	7,008	-0,120	6,888	+	87,11
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	6,722	-0,120	6,602	+	59,68
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	6,734	-0,120	6,614	+	23,92
Barra núm. 1249 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	1,452	-0,120	1,332	+	14,18
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	1,165	-0,120	1,045	+	9,31
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	1,182	-0,120	1,062	+	2,10
Barra núm. 1257 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	18	12,0	20,36	15,596	-0,408	15,188	+	249,23
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	15,055	-0,120	14,935	+	133,66
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	15,055	-0,120	14,935	+	53,46
Barra núm. 1258 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	22	25,0	107,99	13,764	-0,250	13,514	+	1166,80
2	+z (inferior)	17	16,0	34,18	13,178	-0,160	13,018	+	353,59
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	13,150	-0,120	13,030	+	46,70
Barra núm. 1261 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	15	16,0	30,16	15,675	-0,397	15,277	+	371,10
2	+z (inferior)	17	12,0	19,23	15,055	-0,120	14,935	+	227,22
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	15,055	-0,120	14,935	+	133,66
Barra núm. 1262 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	21	12,0	23,75	15,550	-0,420	15,130	+	289,91
2	+z (inferior)	13	12,0	14,70	15,055	-0,120	14,935	+	173,76
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	15,055	-0,120	14,935	+	26,73
Barra núm. 1263 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	18	12,0	20,36	15,610	-0,337	15,273	+	249,46
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	15,055	-0,120	14,935	+	147,03
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	15,055	-0,120	14,935	+	53,46
Barra núm. 1264 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	22	12,0	24,88	15,564	-0,443	15,121	+	303,99
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	15,055	-0,120	14,935	+	160,39

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	15,055	-0,120	14,935	+	53,46
Barra núm. 1265 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	14	12,0	15,83	15,475	-0,360	15,115	+	192,35
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	15,055	-0,120	14,935	+	133,66
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	15,055	-0,120	14,935	+	26,73
Barra núm. 1266 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	14	12,0	15,83	15,578	-0,304	15,274	+	193,63
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	15,055	-0,120	14,935	+	133,66
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	15,055	-0,120	14,935	+	26,73
Barra núm. 1267 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	18	12,0	20,36	15,652	-0,421	15,231	+	250,13
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	15,055	-0,120	14,935	+	147,03
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	15,055	-0,120	14,935	+	53,46
Barra núm. 1268 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	17	12,0	19,23	15,600	-0,399	15,201	+	235,45
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	15,055	-0,120	14,935	+	147,03
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	15,055	-0,120	14,935	+	80,20
Barra núm. 1269 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	13	12,0	14,70	15,582	-0,409	15,173	+	179,85
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	15,055	-0,120	14,935	+	120,29
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	15,055	-0,120	14,935	+	26,73
Barra núm. 1270 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	15,609	-0,320	15,290	+	221,73
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	15,055	-0,120	14,935	+	133,66
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	15,055	-0,120	14,935	+	26,73
Barra núm. 1271 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	16	16,0	32,17	15,589	-0,426	15,162	+	393,66
2	+z (inferior)	16	12,0	18,10	15,055	-0,120	14,935	+	213,86
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	15,055	-0,120	14,935	+	53,46
Barra núm. 1272 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	19	12,0	21,49	15,629	-0,337	15,293	+	263,64
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	15,055	-0,120	14,935	+	147,03
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	15,055	-0,120	14,935	+	26,73
Barra núm. 1273 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	23	12,0	26,01	15,498	-0,417	15,081	+	316,46
2	+z (inferior)	13	12,0	14,70	15,055	-0,120	14,935	+	173,76
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	15,055	-0,120	14,935	+	26,73
Barra núm. 1274 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	14	12,0	15,83	15,500	-0,353	15,147	+	192,65
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	15,055	-0,120	14,935	+	133,66
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	15,055	-0,120	14,935	+	26,73
Barra núm. 1275 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	14	12,0	15,83	15,541	-0,328	15,213	+	193,17
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	15,055	-0,120	14,935	+	133,66
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	15,055	-0,120	14,935	+	26,73
Barra núm. 1278 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	17	20,0	53,41	11,482	-0,366	11,116	+	481,38
2	+z (inferior)	13	12,0	14,70	10,530	-0,120	10,410	+	121,53
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	10,587	-0,120	10,467	+	75,19

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
Barra núm. 1279 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	15	20,0	47,12	13,780	-0,875	12,905	+	509,74
2	+z (inferior)	13	12,0	14,70	12,907	-0,120	12,787	+	148,97
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	12,956	-0,169	12,787	+	23,01
Barra núm. 1280 - Rectángulo 1000/700									
1	-z (superior)	22	20,0	69,12	11,234	-0,275	10,958	+	609,48
2	+z (inferior)	24	12,0	27,14	10,515	-0,120	10,395	+	224,05
3	±y (lateral)	22	12,0	24,88	10,551	-0,120	10,431	+	206,08
Barra núm. 1281 - Rectángulo 1000/700									
1	-z (superior)	24	25,0	117,81	19,580	-0,735	18,845	+	1810,74
2	+z (inferior)	23	16,0	46,24	18,926	-0,171	18,755	+	687,05
3	±y (lateral)	10	12,0	11,31	18,898	-0,183	18,715	+	167,78
Barra núm. 1282 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	17	16,0	34,18	10,701	-0,706	9,995	+	287,13
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	10,075	-0,120	9,955	+	107,34
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	10,119	-0,164	9,955	+	35,94
Barra núm. 1283 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	14	12,0	15,83	11,257	-0,120	11,137	+	139,92
2	+z (inferior)	14	12,0	15,83	11,202	-0,120	11,082	+	139,23
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	11,202	-0,120	11,082	+	79,56
Barra núm. 1284 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	22	16,0	44,23	11,100	-0,252	10,848	+	385,44
2	+z (inferior)	16	12,0	18,10	10,514	-0,120	10,394	+	149,35
3	±y (lateral)	12	12,0	13,57	10,556	-0,120	10,436	+	112,46
Barra núm. 1285 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	21	12,0	23,75	18,371	-0,537	17,834	+	342,51
2	+z (inferior)	13	12,0	14,70	17,907	-0,120	17,787	+	206,68
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	17,926	-0,139	17,787	+	95,49
Barra núm. 1286 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	18	12,0	20,36	13,731	-0,524	13,207	+	219,43
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	13,327	-0,120	13,207	+	106,49
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	13,327	-0,120	13,207	+	23,66
Barra núm. 1287 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	17	16,0	34,18	12,892	-0,531	12,361	+	345,91
2	+z (inferior)	18	12,0	20,36	12,441	-0,120	12,321	+	198,82
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	12,441	-0,120	12,321	+	22,09
Barra núm. 1288 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	17	20,0	53,41	11,356	-0,358	10,998	+	476,09
2	+z (inferior)	17	12,0	19,23	10,529	-0,120	10,409	+	158,91
3	±y (lateral)	12	12,0	13,57	10,586	-0,120	10,466	+	112,78
Barra núm. 1289 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	26	12,0	29,41	12,032	-0,542	11,490	+	277,73
2	+z (inferior)	14	12,0	15,83	11,610	-0,120	11,490	+	144,31
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,629	-0,139	11,490	+	20,65
Barra núm. 1290 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	23	12,0	26,01	13,680	-0,504	13,176	+	279,35
2	+z (inferior)	12	12,0	13,57	13,296	-0,120	13,176	+	141,65
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	13,310	-0,134	13,176	+	70,90
Barra núm. 1291 - Rectángulo 900/600									

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
1	-z (superior)	19	16,0	38,20	16,246	-0,658	15,588	+	487,18
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	15,078	-0,120	14,958	+	120,48
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	15,148	-0,137	15,011	+	26,90
Barra núm. 1292 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	11	12,0	12,44	1,876	-0,348	1,528	+	18,33
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	1,695	-0,237	1,458	+	15,05
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	1,578	-0,120	1,458	+	2,80
Barra núm. 1293 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	11,876	-0,160	11,716	+	393,64
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	11,715	-0,120	11,595	+	93,61
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1294 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	18	20,0	56,55	11,875	-0,200	11,675	+	527,14
2	+z (inferior)	17	12,0	19,23	11,715	-0,120	11,595	+	176,81
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1295 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	20	16,0	40,21	11,935	-0,160	11,775	+	376,74
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	11,715	-0,120	11,595	+	93,61
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1296 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	20	16,0	40,21	11,942	-0,160	11,782	+	376,98
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	11,715	-0,120	11,595	+	83,21
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1297 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	11,916	-0,160	11,756	+	394,95
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	11,715	-0,120	11,595	+	83,21
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1298 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	22	16,0	44,23	11,853	-0,160	11,693	+	411,58
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	11,715	-0,120	11,595	+	83,21
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1299 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	11,982	-0,160	11,822	+	397,14
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	11,715	-0,120	11,595	+	93,61
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	11,715	-0,120	11,595	+	41,60
Barra núm. 1300 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	11,923	-0,160	11,763	+	395,18
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	11,715	-0,120	11,595	+	93,61
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1301 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	20	16,0	40,21	12,045	-0,160	11,885	+	380,21
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	11,715	-0,120	11,595	+	83,21
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1302 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	22	16,0	44,23	11,849	-0,160	11,689	+	411,45
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	11,715	-0,120	11,595	+	83,21
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1303 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	22	16,0	44,23	11,842	-0,160	11,682	+	411,20

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	11,715	-0,120	11,595	+	83,21
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1304 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	11,896	-0,160	11,736	+	394,29
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	11,715	-0,120	11,595	+	93,61
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1305 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	11,936	-0,160	11,776	+	395,60
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	11,715	-0,120	11,595	+	83,21
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1306 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	12,006	-0,160	11,846	+	397,94
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	11,715	-0,120	11,595	+	83,21
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1307 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	11,855	-0,160	11,695	+	392,93
2	+z (inferior)	9	12,0	10,18	11,715	-0,120	11,595	+	93,61
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	11,715	-0,120	11,595	+	41,60
Barra núm. 1308 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	21	16,0	42,22	11,813	-0,160	11,653	+	391,56
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	11,715	-0,120	11,595	+	83,21
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	11,715	-0,120	11,595	+	20,80
Barra núm. 1313 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	20	12,0	22,62	11,964	-0,450	11,514	+	212,43
2	+z (inferior)	13	12,0	14,70	11,555	-0,120	11,435	+	133,36
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	11,555	-0,120	11,435	+	61,55
Barra núm. 1314 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	17	12,0	19,23	9,336	-0,463	8,873	+	140,90
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	8,993	-0,120	8,873	+	79,84
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	8,993	-0,120	8,873	+	15,97
Barra núm. 1315 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	6,943	-0,367	6,576	+	61,64
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	6,765	-0,257	6,508	+	48,05
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	6,589	-0,120	6,469	+	11,70
Barra núm. 1316 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	15	16,0	30,16	12,012	-0,656	11,356	+	284,38
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	11,436	-0,120	11,316	+	111,68
3	±y (lateral)	4	12,0	4,52	11,438	-0,122	11,316	+	40,62
Barra núm. 1317 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	10	12,0	11,31	6,087	-0,347	5,741	+	54,05
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	5,972	-0,243	5,729	+	42,41
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	5,849	-0,120	5,729	+	10,39
Barra núm. 1318 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	26	12,0	29,41	7,007	-0,165	6,842	+	161,75
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	6,516	-0,120	6,396	+	46,28
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	6,569	-0,120	6,449	+	11,66
Barra núm. 1319 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	16	12,0	18,10	7,844	-0,424	7,420	+	111,43
2	+z (inferior)	10	12,0	11,31	7,502	-0,120	7,382	+	66,60

Elemento núm.	Posición de la armadura	Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Anclaje	Peso [kg]
						de	a		
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	7,502	-0,120	7,382	+	13,32
Barra núm. 1322 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	12	12,0	13,57	9,380	-0,351	9,029	+	99,93
2	+z (inferior)	11	12,0	12,44	9,083	-0,120	8,963	+	88,70
3	±y (lateral)	6	12,0	6,79	9,083	-0,120	8,963	+	48,38
Barra núm. 1323 - Rectángulo 900/600									
1	-z (superior)	8	12,0	9,05	6,726	-0,255	6,472	+	47,77
2	+z (inferior)	8	12,0	9,05	6,573	-0,178	6,395	+	46,69
3	±y (lateral)	2	12,0	2,26	6,515	-0,120	6,395	+	11,57
Barra núm. 1324 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	17	20,0	53,41	5,554	-0,200	5,354	+	232,85
2	+z (inferior)	21	16,0	42,22	5,474	-0,160	5,314	+	181,44
3	±y (lateral)	50	12,0	56,55	5,394	-0,120	5,274	+	239,44
Barra núm. 1325 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	18	20,0	56,55	5,554	-0,200	5,354	+	246,55
2	+z (inferior)	23	16,0	46,24	5,474	-0,160	5,314	+	198,72
3	±y (lateral)	50	12,0	56,55	5,394	-0,120	5,274	+	239,44
Barra núm. 1326 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	18	20,0	56,55	5,555	-0,200	5,355	+	246,59
2	+z (inferior)	20	16,0	40,21	5,475	-0,160	5,315	+	172,83
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,395	-0,120	5,275	+	38,32
Barra núm. 1327 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	17	20,0	53,41	5,554	-0,200	5,354	+	232,85
2	+z (inferior)	22	16,0	44,23	5,474	-0,160	5,314	+	190,08
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,394	-0,120	5,274	+	38,31
Barra núm. 1328 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	19	20,0	59,69	5,555	-0,200	5,355	+	260,29
2	+z (inferior)	21	16,0	42,22	5,475	-0,160	5,315	+	181,47
3	±y (lateral)	8	12,0	9,05	5,395	-0,120	5,275	+	38,32
Barra núm. 1329 - Rectángulo 900/1800									
1	-z (superior)	15	20,0	47,12	5,554	-0,200	5,354	+	205,45
2	+z (inferior)	20	16,0	40,21	5,474	-0,160	5,314	+	172,80
3	±y (lateral)	50	12,0	56,55	5,394	-0,120	5,274	+	239,44



## Anejo 7. Armadura Cortante Vigas

Sección	Elemento núm	Núm. de cercos	d <sub>c</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
Barra núm. 531 - Rectángulo 900/1800									
1	1	26	8,0	3,221	0,000	3,221	0,128	4	87,03
2	1	13	8,0	0,951	3,221	4,172	0,077	4	43,52
3	1	20	8,0	0,972	4,172	5,144	0,051	4	66,95
4	1	1	8,0	0,010	5,144	5,154	0,051	4	3,35
Barra núm. 532 - Rectángulo 900/1800									
1	1	18	8,0	0,644	0,000	0,644	0,037	4	60,25
2	1	26	8,0	1,289	0,644	1,933	0,051	4	87,03
3	1	7	8,0	0,644	1,933	2,577	0,102	4	23,43
4	1	21	8,0	2,577	2,577	5,154	0,128	4	70,29
Barra núm. 533 - Rectángulo 900/1800									
1	1	26	8,0	3,221	0,000	3,221	0,128	4	87,03
2	1	9	8,0	0,645	3,221	3,866	0,077	4	30,13
3	1	20	8,0	0,986	3,866	4,852	0,051	4	66,95
4	1	9	8,0	0,302	4,852	5,154	0,037	4	30,13
Barra núm. 534 - Rectángulo 900/1800									
1	1	25	8,0	3,109	0,000	3,109	0,128	4	83,68
2	1	10	8,0	0,757	3,109	3,866	0,077	4	33,47
3	1	20	8,0	0,986	3,866	4,852	0,051	4	66,95
4	1	9	8,0	0,302	4,852	5,154	0,037	4	30,13
Barra núm. 550 - Rectángulo 900/1800									
1	1	25	8,0	3,109	0,000	3,109	0,128	4	83,68
2	1	10	8,0	0,757	3,109	3,866	0,077	4	33,47
3	1	20	8,0	0,986	3,866	4,852	0,051	4	66,95
4	1	9	8,0	0,302	4,852	5,154	0,037	4	30,13
Barra núm. 551 - Rectángulo 900/1800									
1	1	21	8,0	2,577	0,000	2,577	0,128	4	70,29
2	1	14	8,0	1,064	2,577	3,641	0,077	4	46,86
3	1	27	8,0	1,349	3,641	4,990	0,051	4	90,38
4	1	5	8,0	0,164	4,990	5,154	0,037	4	16,74
Barra núm. 552 - Rectángulo 900/1800									
1	1	25	8,0	3,109	0,000	3,109	0,128	4	83,68
2	1	10	8,0	0,757	3,109	3,866	0,077	4	33,47
3	1	23	8,0	1,144	3,866	5,010	0,051	4	76,99
4	1	4	8,0	0,144	5,010	5,154	0,037	4	13,39
Barra núm. 553 - Rectángulo 900/1800									
1	1	26	8,0	3,221	0,000	3,221	0,128	4	87,03
2	1	9	8,0	0,645	3,221	3,866	0,077	4	30,13
3	1	23	8,0	1,144	3,866	5,010	0,051	4	76,99
4	1	4	8,0	0,144	5,010	5,154	0,037	4	13,39
Barra núm. 554 - Rectángulo 900/1800									
1	1	26	8,0	3,221	0,000	3,221	0,128	4	87,03
2	1	9	8,0	0,645	3,221	3,866	0,077	4	30,13
3	1	23	8,0	1,144	3,866	5,010	0,051	4	76,99
4	1	4	8,0	0,144	5,010	5,154	0,037	4	13,39
Barra núm. 555 - Rectángulo 900/1800									
1	1	25	8,0	3,109	0,000	3,109	0,128	4	83,68
2	1	14	8,0	1,063	3,109	4,172	0,077	4	46,86
3	1	17	8,0	0,838	4,172	5,010	0,051	4	56,90

Sección	Elemento núm	Núm. de cercos	d <sub>c</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
4	1	3	8,0	0,134	5,010	5,144	0,051	4	10,04
5	1	1	8,0	0,010	5,144	5,154	0,037	4	3,35
Barra núm. 556 - Rectángulo 900/1800									
1	1	21	8,0	2,577	0,000	2,577	0,128	4	70,29
2	1	17	8,0	1,289	2,577	3,866	0,077	4	56,90
3	1	20	8,0	0,986	3,866	4,852	0,051	4	66,95
4	1	9	8,0	0,302	4,852	5,154	0,037	4	30,13
Barra núm. 557 - Rectángulo 900/1800									
1	1	25	8,0	3,109	0,000	3,109	0,128	4	83,68
2	1	10	8,0	0,757	3,109	3,866	0,077	4	33,47
3	1	20	8,0	0,986	3,866	4,852	0,051	4	66,95
4	1	9	8,0	0,302	4,852	5,154	0,037	4	30,13
Barra núm. 667 - Rectángulo 600/1000									
1	2	64	8,0	8,185	0,000	8,185	0,128	4	135,94
2	2	5	8,0	0,511	8,185	8,696	0,102	4	10,62
Barra núm. 668 - Rectángulo 900/600									
1	3	39	8,0	4,974	0,000	4,974	0,128	4	68,99
2	3	7	8,0	0,498	4,974	5,472	0,077	4	12,38
Barra núm. 773 - Rectángulo 900/1800									
1	1	21	8,0	2,577	0,000	2,577	0,128	4	70,29
2	1	7	8,0	0,644	2,577	3,221	0,102	4	23,43
3	1	26	8,0	1,289	3,221	4,510	0,051	4	87,03
4	1	18	8,0	0,644	4,510	5,154	0,037	4	60,25
Barra núm. 778 - Rectángulo 900/1800									
1	1	26	8,0	3,221	0,000	3,221	0,128	4	87,03
2	1	13	8,0	0,951	3,221	4,172	0,077	4	43,52
3	1	20	8,0	0,982	4,172	5,154	0,051	4	66,95
Barra núm. 853 - Rectángulo 900/1800									
1	1	20	8,0	0,982	0,000	0,982	0,051	4	66,95
2	1	14	8,0	1,063	0,982	2,045	0,077	4	46,86
3	1	25	8,0	3,109	2,045	5,154	0,128	4	83,68
Barra núm. 854 - Rectángulo 900/1800									
1	1	18	8,0	0,644	0,000	0,644	0,037	4	60,25
2	1	13	8,0	0,645	0,644	1,289	0,051	4	43,52
3	1	9	8,0	0,644	1,289	1,933	0,077	4	30,13
4	1	26	8,0	3,221	1,933	5,154	0,128	4	87,03
Barra núm. 855 - Rectángulo 900/1800									
1	1	13	8,0	0,450	0,000	0,450	0,037	4	43,52
2	1	17	8,0	0,839	0,450	1,289	0,051	4	56,90
3	1	10	8,0	0,756	1,289	2,045	0,077	4	33,47
4	1	25	8,0	3,109	2,045	5,154	0,128	4	83,68
Barra núm. 858 - Rectángulo 900/1800									
1	1	18	8,0	0,644	0,000	0,644	0,037	4	60,25
2	1	13	8,0	0,645	0,644	1,289	0,051	4	43,52
3	1	9	8,0	0,644	1,289	1,933	0,077	4	30,13
4	1	26	8,0	3,221	1,933	5,154	0,128	4	87,03
Barra núm. 859 - Rectángulo 900/1800									
1	1	13	8,0	0,450	0,000	0,450	0,037	4	43,52
2	1	21	8,0	1,064	0,450	1,514	0,051	4	70,29

Sección	Elemento núm	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
3	1	7	8,0	0,531	1,514	2,045	0,077	4	23,43
4	1	25	8,0	3,109	2,045	5,154	0,128	4	83,68
Barra núm. 860 - Rectángulo 900/1800									
1	1	13	8,0	0,450	0,000	0,450	0,037	4	43,52
2	1	17	8,0	0,839	0,450	1,289	0,051	4	56,90
3	1	10	8,0	0,756	1,289	2,045	0,077	4	33,47
4	1	25	8,0	3,109	2,045	5,154	0,128	4	83,68
Barra núm. 861 - Rectángulo 900/1800									
1	1	13	8,0	0,450	0,000	0,450	0,037	4	43,52
2	1	17	8,0	0,839	0,450	1,289	0,051	4	56,90
3	1	10	8,0	0,756	1,289	2,045	0,077	4	33,47
4	1	25	8,0	3,109	2,045	5,154	0,128	4	83,68
Barra núm. 862 - Rectángulo 900/1800									
1	1	20	8,0	0,982	0,000	0,982	0,051	4	66,95
2	1	13	8,0	0,951	0,982	1,933	0,077	4	43,52
3	1	26	8,0	3,221	1,933	5,154	0,128	4	87,03
Barra núm. 863 - Rectángulo 900/1800									
1	1	13	8,0	0,450	0,000	0,450	0,037	4	43,52
2	1	17	8,0	0,839	0,450	1,289	0,051	4	56,90
3	1	10	8,0	0,756	1,289	2,045	0,077	4	33,47
4	1	25	8,0	3,109	2,045	5,154	0,128	4	83,68
Barra núm. 864 - Rectángulo 900/1800									
1	1	13	8,0	0,450	0,000	0,450	0,037	4	43,52
2	1	17	8,0	0,839	0,450	1,289	0,051	4	56,90
3	1	9	8,0	0,644	1,289	1,933	0,077	4	30,13
4	1	26	8,0	3,221	1,933	5,154	0,128	4	87,03
Barra núm. 865 - Rectángulo 900/1800									
1	1	13	8,0	0,450	0,000	0,450	0,037	4	43,52
2	1	21	8,0	1,064	0,450	1,514	0,051	4	70,29
3	1	7	8,0	0,531	1,514	2,045	0,077	4	23,43
4	1	25	8,0	3,109	2,045	5,154	0,128	4	83,68
Barra núm. 866 - Rectángulo 900/1800									
1	1	13	8,0	0,450	0,000	0,450	0,037	4	43,52
2	1	17	8,0	0,839	0,450	1,289	0,051	4	56,90
3	1	17	8,0	1,288	1,289	2,577	0,077	4	56,90
4	1	21	8,0	2,577	2,577	5,154	0,128	4	70,29
Barra núm. 908 - Rectángulo 500/600									
1	4	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	82,64
Barra núm. 909 - Rectángulo 500/600									
1	4	18	8,0	2,301	0,000	2,301	0,128	4	25,21
Barra núm. 910 - Rectángulo 500/600									
1	4	28	8,0	3,586	0,000	3,586	0,128	4	39,22
Barra núm. 911 - Rectángulo 500/600									
1	4	40	8,0	5,029	0,000	5,029	0,128	4	56,03
Barra núm. 912 - Rectángulo 500/600									
1	4	58	8,0	7,392	0,000	7,392	0,128	4	81,24
Barra núm. 913 - Rectángulo 500/600									
1	4	60	8,0	7,608	0,000	7,608	0,128	4	84,04
Barra núm. 915 - Rectángulo 500/600									

Sección	Elemento número	Núm. de cercos	d <sub>c</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
1	4	55	8,0	7,035	0,000	7,035	0,128	4	77,04
Barra núm. 916 - Rectángulo 500/600									
1	4	41	8,0	5,199	0,000	5,199	0,128	4	57,43
Barra núm. 917 - Rectángulo 500/600									
1	4	31	8,0	3,914	0,000	3,914	0,128	4	43,42
Barra núm. 918 - Rectángulo 500/600									
1	4	20	8,0	2,471	0,000	2,471	0,128	4	28,01
Barra núm. 919 - Rectángulo 500/600									
1	4	4	8,0	0,465	0,000	0,465	0,128	4	5,60
Barra núm. 920 - Rectángulo 500/600									
1	4	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	82,64
Barra núm. 921 - Rectángulo 500/600									
1	4	37	8,0	4,679	0,000	4,679	0,128	4	51,83
Barra núm. 922 - Rectángulo 500/600									
1	4	22	8,0	2,821	0,000	2,821	0,128	4	30,82
Barra núm. 923 - Rectángulo 500/600									
1	4	8	8,0	0,930	0,000	0,930	0,128	4	11,21
Barra núm. 985 - Rectángulo 900/600									
1	3	5	8,0	0,413	0,000	0,413	0,102	4	8,84
2	3	26	8,0	3,305	0,413	3,718	0,128	4	45,99
Barra núm. 987 - Rectángulo 900/600									
1	3	5	8,0	0,512	0,000	0,512	0,102	4	8,84
2	3	64	8,0	8,186	0,512	8,698	0,128	4	113,21
3	3	5	8,0	0,512	8,698	9,210	0,102	4	8,84
Barra núm. 989 - Rectángulo 600/1000									
1	2	79	8,0	10,020	0,000	10,020	0,128	4	167,80
Barra núm. 992 - Rectángulo 600/1000									
1	2	30	8,0	1,502	0,000	1,502	0,051	4	63,72
2	2	59	8,0	7,512	1,502	9,014	0,128	4	125,32
3	2	20	8,0	1,001	9,014	10,015	0,051	4	42,48
Barra núm. 993 - Rectángulo 600/1000									
1	2	7	8,0	0,489	0,000	0,489	0,077	4	14,87
2	2	7	8,0	0,815	0,489	1,304	0,128	4	14,87
Barra núm. 998 - Rectángulo 500/600									
1	4	5	8,0	0,598	0,000	0,598	0,128	4	7,00
Barra núm. 1011 - Rectángulo 600/1000									
1	2	7	8,0	0,486	0,000	0,486	0,077	4	14,87
2	2	54	8,0	6,804	0,486	7,290	0,128	4	114,70
Barra núm. 1012 - Rectángulo 600/1000									
1	2	30	8,0	1,480	0,000	1,480	0,051	4	63,72
2	2	62	8,0	7,896	1,480	9,376	0,128	4	131,69
Barra núm. 1013 - Rectángulo 600/1000									
1	2	70	8,0	8,874	0,000	8,874	0,128	4	148,69
Barra núm. 1014 - Rectángulo 600/1000									
1	2	68	8,0	8,602	0,000	8,602	0,128	4	144,44
Barra núm. 1015 - Rectángulo 600/1000									
1	2	61	8,0	7,705	0,000	7,705	0,128	4	129,57
Barra núm. 1016 - Rectángulo 600/1000									
1	2	7	8,0	0,508	0,000	0,508	0,077	4	14,87

Sección	Elemento núm	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
2	2	60	8,0	7,627	0,508	8,135	0,128	4	127,45
Barra núm. 1017 - Rectángulo 600/1000									
1	2	9	8,0	1,126	0,000	1,126	0,128	4	19,12
Barra núm. 1018 - Rectángulo 600/1000									
1	2	13	8,0	1,632	0,000	1,632	0,128	4	27,61
2	2	3	8,0	0,233	1,632	1,865	0,102	4	6,37
Barra núm. 1019 - Rectángulo 600/1000									
1	2	11	8,0	1,398	0,000	1,398	0,128	4	23,37
Barra núm. 1020 - Rectángulo 600/1000									
1	2	16	8,0	2,008	0,000	2,008	0,128	4	33,99
2	2	3	8,0	0,287	2,008	2,295	0,102	4	6,37
Barra núm. 1021 - Rectángulo 600/1000									
1	2	3	8,0	0,305	0,000	0,305	0,102	4	6,37
2	2	4	8,0	0,305	0,305	0,610	0,077	4	8,50
Barra núm. 1022 - Rectángulo 500/600									
1	4	38	8,0	4,841	0,000	4,841	0,128	4	53,23
2	4	5	8,0	0,484	4,841	5,325	0,102	4	7,00
Barra núm. 1023 - Rectángulo 500/600									
1	4	31	8,0	3,925	0,000	3,925	0,128	4	43,42
Barra núm. 1075 - Rectángulo 500/600									
1	4	36	8,0	4,589	0,000	4,589	0,128	4	50,43
2	4	5	8,0	0,510	4,589	5,099	0,102	4	7,00
Barra núm. 1076 - Rectángulo 500/600									
1	4	72	8,0	9,167	0,000	9,167	0,128	4	100,85
Barra núm. 1077 - Rectángulo 500/600									
1	4	28	8,0	3,500	0,000	3,500	0,128	4	39,22
Barra núm. 1080 - Rectángulo 500/600									
1	4	38	8,0	4,750	0,000	4,750	0,128	4	53,23
Barra núm. 1081 - Rectángulo 500/600									
1	4	39	8,0	4,895	0,000	4,895	0,128	4	54,63
Barra núm. 1082 - Rectángulo 500/600									
1	4	93	8,0	11,907	0,000	11,907	0,128	4	130,27
Barra núm. 1083 - Rectángulo 500/600									
1	4	14	8,0	1,763	0,000	1,763	0,128	4	19,61
Barra núm. 1084 - Rectángulo 500/600									
1	4	78	8,0	9,897	0,000	9,897	0,128	4	109,26
Barra núm. 1085 - Rectángulo 500/600									
1	4	94	8,0	12,031	0,000	12,031	0,128	4	131,67
Barra núm. 1087 - Rectángulo 500/600									
1	4	59	8,0	7,485	0,000	7,485	0,128	4	82,64
Barra núm. 1088 - Rectángulo 500/600									
1	4	65	8,0	8,313	0,000	8,313	0,128	4	91,05
Barra núm. 1097 - Rectángulo 500/600									
1	4	25	8,0	3,105	0,000	3,105	0,128	4	35,02
Barra núm. 1098 - Rectángulo 500/600									
1	4	78	8,0	10,000	0,000	10,000	0,128	4	109,26
Barra núm. 1099 - Rectángulo 500/600									
1	4	40	8,0	5,083	0,000	5,083	0,128	4	56,03
Barra núm. 1100 - Rectángulo 500/600									

Sección	Elemento número	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
1	4	14	8,0	1,750	0,000	1,750	0,128	4	19,61
Barra núm. 1102 - Rectángulo 500/600									
1	4	78	8,0	10,000	0,000	10,000	0,128	4	109,26
Barra núm. 1103 - Rectángulo 500/600									
1	4	39	8,0	5,000	0,000	5,000	0,128	4	54,63
Barra núm. 1108 - Rectángulo 500/600									
1	4	44	8,0	5,546	0,000	5,546	0,128	4	61,63
Barra núm. 1109 - Rectángulo 500/600									
1	4	11	8,0	1,354	0,000	1,354	0,128	4	15,41
Barra núm. 1110 - Rectángulo 500/600									
1	4	20	8,0	2,500	0,000	2,500	0,128	4	28,01
Barra núm. 1111 - Rectángulo 500/600									
1	4	5	8,0	0,470	0,000	0,470	0,102	4	7,00
2	4	26	8,0	3,290	0,470	3,760	0,128	4	36,42
Barra núm. 1112 - Rectángulo 500/600									
1	4	18	8,0	2,300	0,000	2,300	0,128	4	25,21
Barra núm. 1113 - Rectángulo 500/600									
1	4	22	8,0	2,800	0,000	2,800	0,128	4	30,82
Barra núm. 1114 - Rectángulo 500/600									
1	4	44	8,0	5,616	0,000	5,616	0,128	4	61,63
Barra núm. 1116 - Rectángulo 900/600									
1	3	18	8,0	2,300	0,000	2,300	0,128	4	31,84
Barra núm. 1117 - Rectángulo 900/600									
1	3	41	8,0	5,230	0,000	5,230	0,128	4	72,53
Barra núm. 1118 - Rectángulo 900/600									
1	3	24	8,0	2,983	0,000	2,983	0,128	4	42,46
Barra núm. 1119 - Rectángulo 900/600									
1	3	20	8,0	2,464	0,000	2,464	0,128	4	35,38
Barra núm. 1120 - Rectángulo 900/600									
1	3	56	8,0	7,122	0,000	7,122	0,128	4	99,06
Barra núm. 1121 - Rectángulo 900/600									
1	3	20	8,0	2,560	0,000	2,560	0,128	4	35,38
Barra núm. 1122 - Rectángulo 900/600									
1	3	10	8,0	1,175	0,000	1,175	0,128	4	17,69
Barra núm. 1123 - Rectángulo 900/600									
1	3	1	8,0	0,120	0,000	0,120	0,128	4	1,77
Barra núm. 1124 - Rectángulo 900/600									
1	3	1	8,0	0,120	0,000	0,120	0,128	4	1,77
Barra núm. 1125 - Rectángulo 900/600									
1	3	14	8,0	1,790	0,000	1,790	0,128	4	24,77
Barra núm. 1126 - Rectángulo 900/600									
1	3	16	8,0	2,010	0,000	2,010	0,128	4	28,30
Barra núm. 1127 - Rectángulo 900/600									
1	3	44	8,0	5,546	0,000	5,546	0,128	4	77,84
Barra núm. 1128 - Rectángulo 900/600									
1	3	14	8,0	1,750	0,000	1,750	0,128	4	24,77
Barra núm. 1129 - Rectángulo 900/600									
1	3	6	8,0	0,753	0,000	0,753	0,128	4	10,61
Barra núm. 1130 - Rectángulo 900/600									

Sección	Elemento núm	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
1	3	40	8,0	5,083	0,000	5,083	0,128	4	70,76
Barra núm. 1131 - Rectángulo 900/600									
1	3	39	8,0	5,000	0,000	5,000	0,128	4	68,99
Barra núm. 1132 - Rectángulo 900/600									
1	3	39	8,0	5,000	0,000	5,000	0,128	4	68,99
Barra núm. 1133 - Rectángulo 900/600									
1	3	13	8,0	1,609	0,000	1,609	0,128	4	23,00
Barra núm. 1134 - Rectángulo 900/600									
1	3	35	8,0	4,486	0,000	4,486	0,128	4	61,91
Barra núm. 1135 - Rectángulo 900/600									
1	3	11	8,0	1,354	0,000	1,354	0,128	4	19,46
Barra núm. 1136 - Rectángulo 900/600									
1	3	14	8,0	1,747	0,000	1,747	0,128	4	24,77
Barra núm. 1137 - Rectángulo 900/600									
1	3	14	8,0	1,783	0,000	1,783	0,128	4	24,77
Barra núm. 1138 - Rectángulo 900/600									
1	3	18	8,0	2,270	0,000	2,270	0,128	4	31,84
Barra núm. 1139 - Rectángulo 900/600									
1	3	25	8,0	3,185	0,000	3,185	0,128	4	44,22
Barra núm. 1140 - Rectángulo 900/600									
1	3	17	8,0	2,142	0,000	2,142	0,128	4	30,07
Barra núm. 1141 - Rectángulo 900/600									
1	3	20	8,0	2,464	0,000	2,464	0,128	4	35,38
Barra núm. 1142 - Rectángulo 900/600									
1	3	72	8,0	9,138	0,000	9,138	0,128	4	127,37
Barra núm. 1143 - Rectángulo 900/600									
1	3	16	8,0	2,016	0,000	2,016	0,128	4	28,30
Barra núm. 1144 - Rectángulo 900/600									
1	3	9	8,0	1,100	0,000	1,100	0,128	4	15,92
Barra núm. 1145 - Rectángulo 900/600									
1	3	5	8,0	0,530	0,000	0,530	0,128	4	8,84
Barra núm. 1146 - Rectángulo 900/600									
1	3	16	8,0	2,045	0,000	2,045	0,128	4	28,30
Barra núm. 1147 - Rectángulo 900/600									
1	3	10	8,0	1,200	0,000	1,200	0,128	4	17,69
Barra núm. 1148 - Rectángulo 900/600									
1	3	39	8,0	5,000	0,000	5,000	0,128	4	68,99
Barra núm. 1149 - Rectángulo 900/600									
1	3	10	8,0	1,188	0,000	1,188	0,128	4	17,69
Barra núm. 1150 - Rectángulo 900/600									
1	3	39	8,0	5,000	0,000	5,000	0,128	4	68,99
Barra núm. 1151 - Rectángulo 900/600									
1	3	39	8,0	5,000	0,000	5,000	0,128	4	68,99
Barra núm. 1152 - Rectángulo 900/600									
1	3	40	8,0	5,043	0,000	5,043	0,128	4	70,76
Barra núm. 1153 - Rectángulo 900/600									
1	3	20	8,0	2,500	0,000	2,500	0,128	4	35,38
Barra núm. 1154 - Rectángulo 900/600									
1	3	10	8,0	1,200	0,000	1,200	0,128	4	17,69

Sección	Elemento núm	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
Barra núm. 1155 - Rectángulo 900/600									
1	3	21	8,0	2,612	0,000	2,612	0,128	4	37,15
Barra núm. 1156 - Rectángulo 900/600									
1	3	35	8,0	4,449	0,000	4,449	0,128	4	61,91
Barra núm. 1157 - Rectángulo 900/600									
1	3	5	8,0	0,551	0,000	0,551	0,128	4	8,84
Barra núm. 1158 - Rectángulo 900/600									
1	3	38	8,0	4,749	0,000	4,749	0,128	4	67,22
Barra núm. 1159 - Rectángulo 900/600									
1	3	14	8,0	1,760	0,000	1,760	0,128	4	24,77
Barra núm. 1160 - Rectángulo 900/600									
1	3	54	8,0	6,900	0,000	6,900	0,128	4	95,53
Barra núm. 1161 - Rectángulo 900/600									
1	3	38	8,0	4,749	0,000	4,749	0,128	4	67,22
Barra núm. 1162 - Rectángulo 900/600									
1	3	20	8,0	2,500	0,000	2,500	0,128	4	35,38
Barra núm. 1163 - Rectángulo 900/600									
1	3	14	8,0	1,760	0,000	1,760	0,128	4	24,77
Barra núm. 1164 - Rectángulo 900/600									
1	3	54	8,0	6,900	0,000	6,900	0,128	4	95,53
Barra núm. 1165 - Rectángulo 900/600									
1	3	23	8,0	2,942	0,000	2,942	0,128	4	40,69
Barra núm. 1166 - Rectángulo 900/600									
1	3	25	8,0	3,145	0,000	3,145	0,128	4	44,22
Barra núm. 1167 - Rectángulo 900/600									
1	3	39	8,0	5,000	0,000	5,000	0,128	4	68,99
Barra núm. 1168 - Rectángulo 900/600									
1	3	39	8,0	5,000	0,000	5,000	0,128	4	68,99
Barra núm. 1169 - Rectángulo 900/600									
1	3	39	8,0	5,000	0,000	5,000	0,128	4	68,99
Barra núm. 1170 - Rectángulo 900/600									
1	3	39	8,0	5,000	0,000	5,000	0,128	4	68,99
Barra núm. 1171 - Rectángulo 900/600									
1	3	39	8,0	5,000	0,000	5,000	0,128	4	68,99
Barra núm. 1172 - Rectángulo 900/600									
1	3	17	8,0	2,101	0,000	2,101	0,128	4	30,07
Barra núm. 1173 - Rectángulo 900/600									
1	3	11	8,0	1,313	0,000	1,313	0,128	4	19,46
Barra núm. 1174 - Rectángulo 900/600									
1	3	15	8,0	1,832	0,000	1,832	0,128	4	26,53
Barra núm. 1175 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1176 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1177 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1178 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1179 - Rectángulo 400/600									

Sección	Elemento núm	Núm. de cercos	d <sub>c</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
1	5	36	8,0	4,509	0,000	4,509	0,128	4	47,11
Barra núm. 1180 - Rectángulo 400/600									
1	5	13	8,0	1,659	0,000	1,659	0,128	4	17,01
Barra núm. 1181 - Rectángulo 400/600									
1	5	41	8,0	5,195	0,000	5,195	0,128	4	53,65
Barra núm. 1182 - Rectángulo 400/600									
1	5	17	8,0	2,106	0,000	2,106	0,128	4	22,25
Barra núm. 1183 - Rectángulo 400/600									
1	5	16	8,0	2,000	0,000	2,000	0,128	4	20,94
Barra núm. 1184 - Rectángulo 400/600									
1	5	8	8,0	0,991	0,000	0,991	0,128	4	10,47
Barra núm. 1185 - Rectángulo 400/600									
1	5	2	8,0	0,199	0,000	0,199	0,128	4	2,62
Barra núm. 1186 - Rectángulo 400/600									
1	5	3	8,0	0,303	0,000	0,303	0,128	4	3,93
Barra núm. 1187 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1188 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1189 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1190 - Rectángulo 400/600									
1	5	32	8,0	4,081	0,000	4,081	0,128	4	41,88
Barra núm. 1191 - Rectángulo 400/600									
1	5	4	8,0	0,393	0,000	0,393	0,128	4	5,23
Barra núm. 1192 - Rectángulo 400/600									
1	5	3	8,0	0,303	0,000	0,303	0,128	4	3,93
Barra núm. 1193 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1194 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1195 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1196 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1197 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1198 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1199 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1200 - Rectángulo 400/600									
1	5	59	8,0	7,500	0,000	7,500	0,128	4	77,21
Barra núm. 1201 - Rectángulo 400/600									
1	5	38	8,0	4,833	0,000	4,833	0,128	4	49,73
Barra núm. 1202 - Rectángulo 400/600									
1	5	13	8,0	1,659	0,000	1,659	0,128	4	17,01
Barra núm. 1203 - Rectángulo 400/600									
1	5	32	8,0	3,986	0,000	3,986	0,128	4	41,88

Sección	Elemento núm	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
Barra núm. 1204 - Rectángulo 400/600									
1	5	3	8,0	0,367	0,000	0,367	0,128	4	3,93
Barra núm. 1205 - Rectángulo 400/600									
1	5	18	8,0	2,300	0,000	2,300	0,128	4	23,56
Barra núm. 1209 - Rectángulo 500/600									
1	4	7	8,0	0,865	0,000	0,865	0,128	4	9,80
Barra núm. 1210 - Rectángulo 900/600									
1	3	30	8,0	1,492	0,000	1,492	0,051	4	53,07
2	3	63	8,0	7,958	1,492	9,450	0,128	4	111,45
Barra núm. 1211 - Rectángulo 600/1000									
1	2	79	8,0	10,020	0,000	10,020	0,128	4	167,80
Barra núm. 1212 - Rectángulo 600/1000									
1	2	57	8,0	7,290	0,000	7,290	0,128	4	121,07
Barra núm. 1213 - Rectángulo 600/1000									
1	2	78	8,0	9,986	0,000	9,986	0,128	4	165,68
Barra núm. 1214 - Rectángulo 600/1000									
1	2	74	8,0	9,450	0,000	9,450	0,128	4	157,18
Barra núm. 1215 - Rectángulo 600/1000									
1	2	72	8,0	9,190	0,000	9,190	0,128	4	152,94
Barra núm. 1216 - Rectángulo 600/1000									
1	2	72	8,0	9,173	0,000	9,173	0,128	4	152,94
Barra núm. 1219 - Rectángulo 900/600									
1	3	65	8,0	8,334	0,000	8,334	0,128	4	114,98
Barra núm. 1220 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1221 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1222 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1223 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1224 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1225 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1226 - Rectángulo 900/600									
1	3	116	8,0	14,815	0,000	14,815	0,128	4	205,20
Barra núm. 1227 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1228 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1229 - Rectángulo 900/600									
1	3	5	8,0	0,463	0,000	0,463	0,102	4	8,84
2	3	55	8,0	6,944	0,463	7,407	0,128	4	97,29
Barra núm. 1230 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1231 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1232 - Rectángulo 900/600									

Sección	Elemento núm	Núm. de cercos	d <sub>c</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1233 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1234 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1235 - Rectángulo 900/600									
1	3	116	8,0	14,815	0,000	14,815	0,128	4	205,20
Barra núm. 1236 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1237 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1238 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1239 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1240 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1241 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1242 - Rectángulo 900/600									
1	3	55	8,0	6,944	0,000	6,944	0,128	4	97,29
2	3	5	8,0	0,463	6,944	7,407	0,102	4	8,84
Barra núm. 1243 - Rectángulo 900/600									
1	3	5	8,0	0,463	0,000	0,463	0,102	4	8,84
2	3	55	8,0	6,944	0,463	7,407	0,128	4	97,29
Barra núm. 1244 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1245 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1246 - Rectángulo 900/600									
1	3	58	8,0	7,407	0,000	7,407	0,128	4	102,60
Barra núm. 1247 - Rectángulo 900/600									
1	3	5	8,0	0,463	0,000	0,463	0,102	4	8,84
2	3	47	8,0	6,019	0,463	6,482	0,128	4	83,14
Barra núm. 1248 - Rectángulo 900/600									
1	3	51	8,0	6,482	0,000	6,482	0,128	4	90,22
Barra núm. 1249 - Rectángulo 900/600									
1	3	8	8,0	0,925	0,000	0,925	0,128	4	14,15
Barra núm. 1257 - Rectángulo 900/600									
1	3	116	8,0	14,815	0,000	14,815	0,128	4	205,20
Barra núm. 1258 - Rectángulo 900/600									
1	3	93	8,0	11,861	0,000	11,861	0,128	4	164,52
2	3	13	8,0	0,989	11,861	12,850	0,077	4	23,00
Barra núm. 1261 - Rectángulo 900/600									
1	3	54	8,0	6,913	0,000	6,913	0,128	4	95,53
2	3	13	8,0	0,988	6,913	7,901	0,077	4	23,00
3	3	51	8,0	6,420	7,901	14,321	0,128	4	90,22
4	3	7	8,0	0,494	14,321	14,815	0,077	4	12,38
Barra núm. 1262 - Rectángulo 900/600									

Sección	Elemento núm	Núm. de cercos	d <sub>c</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
1	3	5	8,0	0,494	0,000	0,494	0,102	4	8,84
2	3	112	8,0	14,321	0,494	14,815	0,128	4	198,13
Barra núm. 1263 - Rectángulo 900/600									
1	3	116	8,0	14,815	0,000	14,815	0,128	4	205,20
Barra núm. 1264 - Rectángulo 900/600									
1	3	5	8,0	0,494	0,000	0,494	0,102	4	8,84
2	3	51	8,0	6,419	0,494	6,913	0,128	4	90,22
3	3	10	8,0	0,988	6,913	7,901	0,102	4	17,69
4	3	54	8,0	6,914	7,901	14,815	0,128	4	95,53
Barra núm. 1265 - Rectángulo 900/600									
1	3	116	8,0	14,815	0,000	14,815	0,128	4	205,20
Barra núm. 1266 - Rectángulo 900/600									
1	3	116	8,0	14,815	0,000	14,815	0,128	4	205,20
Barra núm. 1267 - Rectángulo 900/600									
1	3	116	8,0	14,815	0,000	14,815	0,128	4	205,20
Barra núm. 1268 - Rectángulo 900/600									
1	3	116	8,0	14,815	0,000	14,815	0,128	4	205,20
Barra núm. 1269 - Rectángulo 900/600									
1	3	116	8,0	14,815	0,000	14,815	0,128	4	205,20
Barra núm. 1270 - Rectángulo 900/600									
1	3	116	8,0	14,815	0,000	14,815	0,128	4	205,20
Barra núm. 1271 - Rectángulo 900/600									
1	3	5	8,0	0,494	0,000	0,494	0,102	4	8,84
2	3	51	8,0	6,419	0,494	6,913	0,128	4	90,22
3	3	13	8,0	0,988	6,913	7,901	0,077	4	23,00
4	3	54	8,0	6,914	7,901	14,815	0,128	4	95,53
Barra núm. 1272 - Rectángulo 900/600									
1	3	112	8,0	14,321	0,000	14,321	0,128	4	198,13
2	3	5	8,0	0,494	14,321	14,815	0,102	4	8,84
Barra núm. 1273 - Rectángulo 900/600									
1	3	54	8,0	6,913	0,000	6,913	0,128	4	95,53
2	3	7	8,0	0,494	6,913	7,407	0,077	4	12,38
3	3	58	8,0	7,408	7,407	14,815	0,128	4	102,60
Barra núm. 1274 - Rectángulo 900/600									
1	3	116	8,0	14,815	0,000	14,815	0,128	4	205,20
Barra núm. 1275 - Rectángulo 900/600									
1	3	116	8,0	14,815	0,000	14,815	0,128	4	205,20
Barra núm. 1278 - Rectángulo 900/600									
1	3	73	8,0	9,299	0,000	9,299	0,128	4	129,14
2	3	20	8,0	0,979	9,299	10,278	0,051	4	35,38
Barra núm. 1279 - Rectángulo 900/600									
1	3	30	8,0	1,520	0,000	1,520	0,051	4	53,07
2	3	87	8,0	11,147	1,520	12,667	0,128	4	153,90
Barra núm. 1280 - Rectángulo 1000/700									
1	6	73	8,0	9,296	0,000	9,296	0,128	4	147,38
2	6	20	8,0	0,979	9,296	10,275	0,051	4	40,38
Barra núm. 1281 - Rectángulo 1000/700									
1	6	41	8,0	1,508	0,000	1,508	0,037	4	82,77
2	6	134	8,0	17,087	1,508	18,595	0,128	4	270,53

Sección	Elemento núm	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
Barra núm. 1282 - Rectángulo 900/600									
1	3	7	8,0	0,492	0,000	0,492	0,077	4	12,38
2	3	73	8,0	9,343	0,492	9,835	0,128	4	129,14
Barra núm. 1283 - Rectángulo 900/600									
1	3	86	8,0	10,962	0,000	10,962	0,128	4	152,13
Barra núm. 1284 - Rectángulo 900/600									
1	3	73	8,0	9,295	0,000	9,295	0,128	4	129,14
2	3	20	8,0	0,979	9,295	10,274	0,051	4	35,38
Barra núm. 1285 - Rectángulo 900/600									
1	3	138	8,0	17,667	0,000	17,667	0,128	4	244,12
Barra núm. 1286 - Rectángulo 900/600									
1	3	102	8,0	13,087	0,000	13,087	0,128	4	180,44
Barra núm. 1287 - Rectángulo 900/600									
1	3	31	8,0	1,525	0,000	1,525	0,051	4	54,84
2	3	84	8,0	10,676	1,525	12,201	0,128	4	148,59
Barra núm. 1288 - Rectángulo 900/600									
1	3	73	8,0	9,296	0,000	9,296	0,128	4	129,14
2	3	20	8,0	0,979	9,296	10,275	0,051	4	35,38
Barra núm. 1289 - Rectángulo 900/600									
1	3	5	8,0	0,494	0,000	0,494	0,102	4	8,84
2	3	85	8,0	10,876	0,494	11,370	0,128	4	150,36
Barra núm. 1290 - Rectángulo 900/600									
1	3	5	8,0	0,502	0,000	0,502	0,102	4	8,84
2	3	98	8,0	12,554	0,502	13,056	0,128	4	173,36
Barra núm. 1291 - Rectángulo 900/600									
1	3	5	8,0	0,494	0,000	0,494	0,102	4	8,84
2	3	108	8,0	13,846	0,494	14,340	0,128	4	191,05
3	3	7	8,0	0,495	14,340	14,835	0,077	4	12,38
Barra núm. 1292 - Rectángulo 900/600									
1	3	11	8,0	1,338	0,000	1,338	0,128	4	19,46
Barra núm. 1293 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1294 - Rectángulo 900/600									
1	3	10	8,0	0,951	0,000	0,951	0,102	4	17,69
2	3	83	8,0	10,524	0,951	11,475	0,128	4	146,83
Barra núm. 1295 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1296 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1297 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1298 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1299 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1300 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1301 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21

Sección	Elemento núm	Núm. de cercos	d <sub>c</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
Barra núm. 1302 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1303 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1304 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1305 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1306 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1307 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1308 - Rectángulo 900/600									
1	3	90	8,0	11,475	0,000	11,475	0,128	4	159,21
Barra núm. 1313 - Rectángulo 900/600									
1	3	89	8,0	11,315	0,000	11,315	0,128	4	157,44
Barra núm. 1314 - Rectángulo 900/600									
1	3	69	8,0	8,753	0,000	8,753	0,128	4	122,06
Barra núm. 1315 - Rectángulo 900/600									
1	3	50	8,0	6,349	0,000	6,349	0,128	4	88,45
Barra núm. 1316 - Rectángulo 900/600									
1	3	5	8,0	0,509	0,000	0,509	0,102	4	8,84
2	3	84	8,0	10,687	0,509	11,196	0,128	4	148,59
Barra núm. 1317 - Rectángulo 900/600									
1	3	44	8,0	5,609	0,000	5,609	0,128	4	77,84
Barra núm. 1318 - Rectángulo 900/600									
1	3	46	8,0	5,791	0,000	5,791	0,128	4	81,37
2	3	5	8,0	0,482	5,791	6,273	0,102	4	8,84
Barra núm. 1319 - Rectángulo 900/600									
1	3	57	8,0	7,262	0,000	7,262	0,128	4	100,83
Barra núm. 1322 - Rectángulo 900/600									
1	3	69	8,0	8,843	0,000	8,843	0,128	4	122,06
Barra núm. 1323 - Rectángulo 900/600									
1	3	49	8,0	6,275	0,000	6,275	0,128	4	86,68
Barra núm. 1324 - Rectángulo 900/1800									
1	1	26	8,0	3,221	0,000	3,221	0,128	4	87,03
2	1	13	8,0	0,951	3,221	4,172	0,077	4	43,52
3	1	14	8,0	0,680	4,172	4,852	0,051	4	46,86
4	1	9	8,0	0,302	4,852	5,154	0,037	4	30,13
Barra núm. 1325 - Rectángulo 900/1800									
1	1	26	8,0	3,221	0,000	3,221	0,128	4	87,03
2	1	9	8,0	0,644	3,221	3,865	0,077	4	30,13
3	1	20	8,0	0,987	3,865	4,852	0,051	4	66,95
4	1	9	8,0	0,302	4,852	5,154	0,037	4	30,13
Barra núm. 1326 - Rectángulo 900/1800									
1	1	13	8,0	0,450	0,000	0,450	0,037	4	43,52
2	1	17	8,0	0,839	0,450	1,289	0,051	4	56,90
3	1	10	8,0	0,756	1,289	2,045	0,077	4	33,47
4	1	25	8,0	3,110	2,045	5,155	0,128	4	83,68

Sección	Elemento número	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Longitud [m]	Posición de x [m]		Separación s <sub>ii</sub> [m]	Núm. de ramas	Peso [kg]
					de	a			
Barra núm. 1327 - Rectángulo 900/1800									
1	1	13	8,0	0,450	0,000	0,450	0,037	4	43,52
2	1	17	8,0	0,839	0,450	1,289	0,051	4	56,90
3	1	9	8,0	0,644	1,289	1,933	0,077	4	30,13
4	1	26	8,0	3,221	1,933	5,154	0,128	4	87,03
Barra núm. 1328 - Rectángulo 900/1800									
1	1	20	8,0	0,982	0,000	0,982	0,051	4	66,95
2	1	13	8,0	0,951	0,982	1,933	0,077	4	43,52
3	1	26	8,0	3,222	1,933	5,155	0,128	4	87,03
Barra núm. 1329 - Rectángulo 900/1800									
1	1	26	8,0	3,221	0,000	3,221	0,128	4	87,03
2	1	9	8,0	0,645	3,221	3,866	0,077	4	30,13
3	1	20	8,0	0,986	3,866	4,852	0,051	4	66,95
4	1	9	8,0	0,302	4,852	5,154	0,037	4	30,13



## **Anejo 8. Armadura Longitudinal Pilares**

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 1 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 2 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 3 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 4 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 5 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 6 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 7 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 8 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 9 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 10 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 11 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 12 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 13 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 14 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 15 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 16 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 17 - Rectángulo 500/1200					

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 18 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 19 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 20 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 21 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 22 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 23 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 24 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 25 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 26 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 27 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 28 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 29 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 30 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 31 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 32 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	4,550	+
Barra núm. 33 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 34 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 35 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 36 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 37 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 38 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 39 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 40 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 41 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 42 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 43 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 44 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 45 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 46 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 47 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 48 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 49 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 50 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 51 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 52 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 53 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 54 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 55 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 56 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 57 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 58 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 59 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 60 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 61 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 62 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 63 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 64 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 65 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 66 - Círculo 500					

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 67 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 68 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 69 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 70 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 71 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 72 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 73 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 74 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 75 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 76 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 77 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 78 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 79 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 80 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 81 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 82 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 83 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 84 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 85 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 86 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 87 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 88 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 89 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 90 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 91 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 92 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 93 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 94 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 95 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 96 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 97 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 98 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 99 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 100 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 101 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 102 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 103 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 104 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 105 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 106 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 107 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 108 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 109 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 110 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 111 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 112 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 113 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 114 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 115 - Círculo 500					

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 116 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 117 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 118 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 119 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 120 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 121 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 122 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 123 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 124 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 125 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 126 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 127 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 128 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 129 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 130 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 131 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 132 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 133 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 134 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 135 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 136 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 137 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 138 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 139 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 140 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 141 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 142 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 143 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 144 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 145 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 146 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 147 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 148 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 149 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 150 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 151 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 152 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 153 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 154 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 155 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 156 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 157 - Círculo 3000					
250	12,0	282,74	-0,381	4,381	+
Barra núm. 158 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 159 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 160 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 161 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 162 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	4,412	+
Barra núm. 164 - Círculo 1300					
47	12,0	53,16	-0,415	4,415	+
Barra núm. 165 - Círculo 1000					

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
28	12,0	31,67	-0,412	4,412	+
Barra núm. 166 - Círculo 900					
28	14,0	43,10	-0,483	7,683	+
Barra núm. 168 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 169 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	4,412	+
Barra núm. 170 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	4,412	+
Barra núm. 171 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	4,412	+
Barra núm. 172 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	4,412	+
Barra núm. 173 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 174 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 175 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 176 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 177 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 178 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 179 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 180 - Círculo 1300					
47	12,0	53,16	-0,415	4,415	+
Barra núm. 181 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 182 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 183 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 184 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 185 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 186 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 187 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	4,412	+
Barra núm. 188 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 189 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 190 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	4,412	+
Barra núm. 191 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 192 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	4,484	+
Barra núm. 193 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 194 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 195 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 196 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 197 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	4,412	+
Barra núm. 198 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	4,484	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 199 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 200 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 201 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	4,484	+
Barra núm. 202 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 203 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 204 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 205 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 206 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 207 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 208 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 209 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 210 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 211 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 212 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 213 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 214 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 215 - Círculo 900					

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 216 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	4,484	+
Barra núm. 217 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 218 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 219 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 220 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 221 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 222 - Círculo 1300					
47	12,0	53,16	-0,415	4,415	+
Barra núm. 223 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 224 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 225 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,294	+
Barra núm. 226 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,294	+
Barra núm. 227 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,294	+
Barra núm. 228 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 229 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 230 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 231 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,294	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 232 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 233 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 234 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,294	+
Barra núm. 235 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 236 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,294	+
Barra núm. 237 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 238 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,294	+
Barra núm. 239 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,294	+
Barra núm. 240 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,294	+
Barra núm. 241 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,294	+
Barra núm. 242 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 243 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 244 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 245 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 246 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 247 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 248 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 249 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 250 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 251 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 252 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 253 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 254 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 255 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 256 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 257 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 258 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 259 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 260 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 261 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 262 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 263 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 264 - Rectángulo 500/1200					

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 265 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 266 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 267 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 268 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 269 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 270 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 271 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 272 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 273 - Rectángulo 500/1200					
12	16,0	24,13	-0,550	5,250	+
Barra núm. 274 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 275 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 276 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 277 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 278 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 279 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 280 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 281 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 282 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 283 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 284 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 285 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 286 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 287 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 288 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 289 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 290 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 291 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 292 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 293 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 294 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 295 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 296 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 297 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 298 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 299 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 300 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 301 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 302 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 303 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 304 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 305 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 306 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 307 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 308 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 309 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 310 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 311 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 312 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 313 - Círculo 900					

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 314 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 315 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 316 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 317 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 318 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 319 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 320 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 321 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 322 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 323 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 324 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 325 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 326 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 327 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 328 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 329 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 330 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 331 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 332 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 333 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 334 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 335 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 336 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 337 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 338 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 339 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 340 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 341 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 342 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 343 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 344 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 345 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 346 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 347 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 348 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 349 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 350 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 351 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 352 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 353 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 354 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 355 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 356 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 357 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 358 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 359 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 360 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 361 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 362 - Círculo 500					

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 363 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 364 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 365 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 366 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 367 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 368 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 369 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 370 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 371 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 372 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 373 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 374 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 375 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 376 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 377 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 378 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 379 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 380 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 381 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 382 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 383 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 384 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 385 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 386 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 387 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 388 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 389 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 390 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 391 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 392 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 393 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 394 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 395 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 396 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 397 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 398 - Círculo 3000					
250	12,0	282,74	-0,381	5,081	+
Barra núm. 399 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 400 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 401 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 402 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 403 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	5,112	+
Barra núm. 405 - Círculo 1300					
47	12,0	53,16	-0,352	5,052	+
Barra núm. 406 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	5,112	+
Barra núm. 407 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	5,112	+
Barra núm. 409 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 410 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	5,112	+
Barra núm. 411 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	5,112	+
Barra núm. 412 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	5,112	+
Barra núm. 413 - Círculo 1000					

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
28	12,0	31,67	-0,412	5,112	+
Barra núm. 414 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 415 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 416 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 417 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 418 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 419 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 420 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 421 - Círculo 1300					
47	12,0	53,16	-0,415	5,115	+
Barra núm. 422 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 423 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 424 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 425 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 426 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 427 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 428 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	5,112	+
Barra núm. 429 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 430 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 431 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	5,112	+
Barra núm. 432 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 433 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	5,184	+
Barra núm. 434 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 435 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 436 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 437 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 438 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	5,112	+
Barra núm. 439 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	5,184	+
Barra núm. 440 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 441 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 442 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	5,184	+
Barra núm. 443 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 444 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	5,184	+
Barra núm. 445 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 446 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 447 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 448 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 449 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 450 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 451 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 452 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 453 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 454 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 455 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 456 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 457 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	5,184	+
Barra núm. 458 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 459 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 460 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 461 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 462 - Círculo 500					

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 463 - Círculo 1300					
47	12,0	53,16	-0,415	5,115	+
Barra núm. 464 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 465 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 466 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,994	+
Barra núm. 467 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,994	+
Barra núm. 468 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,994	+
Barra núm. 469 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 470 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 471 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 472 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,994	+
Barra núm. 473 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 474 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 475 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,994	+
Barra núm. 476 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+
Barra núm. 477 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,994	+
Barra núm. 478 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	5,112	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 479 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,994	+
Barra núm. 480 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,994	+
Barra núm. 481 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,994	+
Barra núm. 482 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	4,994	+
Barra núm. 483 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 484 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 485 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 486 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 487 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 488 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 489 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 490 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 491 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 492 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 493 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 494 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 495 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 496 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 497 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	7,540	+
Barra núm. 498 - Círculo 1300					
47	12,0	53,16	-0,415	7,615	+
Barra núm. 499 - Círculo 1300					
47	12,0	53,16	-0,415	7,615	+
Barra núm. 500 - Círculo 1300					
47	12,0	53,16	-0,415	7,615	+
Barra núm. 501 - Círculo 1000					
16	16,0	32,17	-0,545	7,745	+
Barra núm. 502 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	7,612	+
Barra núm. 503 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	7,612	+
Barra núm. 504 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	7,612	+
Barra núm. 506 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	3,812	+
Barra núm. 508 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	3,812	+
Barra núm. 509 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	3,812	+
Barra núm. 510 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	3,812	+
Barra núm. 511 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	7,612	+
Barra núm. 512 - Círculo 900					
60	10,0	47,12	-0,341	7,541	+
Barra núm. 513 - Círculo 900					

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
33	14,0	50,80	-0,481	7,681	+
Barra núm. 514 - Círculo 900					
35	14,0	53,88	-0,481	7,681	+
Barra núm. 515 - Círculo 900					
67	10,0	52,62	-0,345	7,545	+
Barra núm. 516 - Círculo 900					
57	10,0	44,77	-0,346	7,546	+
Barra núm. 517 - Círculo 900					
26	14,0	40,02	-0,482	7,682	+
Barra núm. 518 - Círculo 900					
37	12,0	41,85	-0,413	7,613	+
Barra núm. 519 - Círculo 900					
39	12,0	44,11	-0,414	7,614	+
Barra núm. 520 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 521 - Círculo 900					
38	12,0	42,98	-0,413	7,613	+
Barra núm. 522 - Círculo 900					
60	10,0	47,12	-0,341	7,541	+
Barra núm. 523 - Círculo 900					
61	10,0	47,91	-0,346	7,546	+
Barra núm. 524 - Círculo 900					
24	16,0	48,25	-0,551	7,751	+
Barra núm. 525 - Círculo 900					
58	10,0	45,55	-0,344	7,544	+
Barra núm. 526 - Círculo 900					
56	10,0	43,98	-0,345	7,545	+
Barra núm. 528 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	4,212	+
Barra núm. 529 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	4,212	+
Barra núm. 530 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 559 - Círculo 1300					
47	12,0	53,16	-0,415	4,415	+
Barra núm. 560 - Círculo 1300					
47	12,0	53,16	-0,415	5,115	+
Barra núm. 561 - Círculo 1300					
47	12,0	53,16	-0,415	7,615	+
Barra núm. 653 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	7,494	+
Barra núm. 654 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	7,494	+
Barra núm. 655 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	7,494	+
Barra núm. 656 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	7,494	+
Barra núm. 657 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	7,494	+
Barra núm. 658 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	7,494	+
Barra núm. 659 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	7,494	+
Barra núm. 660 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	7,494	+
Barra núm. 662 - Rectángulo 400/400					
8	12,0	9,05	-0,294	7,494	+
Barra núm. 670 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	7,612	+
Barra núm. 671 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	7,612	+
Barra núm. 672 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	3,884	+
Barra núm. 673 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	3,812	+

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
Barra núm. 677 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	3,884	+
Barra núm. 678 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	7,684	+
Barra núm. 728 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	7,684	+
Barra núm. 736 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	4,284	+
Barra núm. 737 - Círculo 700					
16	16,0	32,17	-0,549	4,349	+
Barra núm. 746 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	4,212	+
Barra núm. 747 - Círculo 1000					
47	10,0	36,91	-0,345	4,145	+
Barra núm. 748 - Círculo 1000					
31	12,0	35,06	-0,413	4,213	+
Barra núm. 763 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	7,612	+
Barra núm. 764 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	7,684	+
Barra núm. 765 - Círculo 700					
10	14,0	15,39	-0,484	4,484	+
Barra núm. 766 - Círculo 900					
72	12,0	81,43	-0,410	7,610	+
Barra núm. 1034 - Círculo 1000					
28	12,0	31,67	-0,412	4,412	+
Barra núm. 1251 - Círculo 500					
7	14,0	10,78	-0,461	7,661	+
Barra núm. 1259 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 1260 - Círculo 900					
33	10,0	25,92	-0,340	5,040	+
Barra núm. 1276 - Círculo 900					

Núm. de barras	d <sub>s</sub> [mm]	A <sub>s</sub> [cm <sup>2</sup> ]	Posición x [m]		Anclaje
			de	a	
33	10,0	25,92	-0,340	4,340	+
Barra núm. 1309 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	2,912	+
Barra núm. 1310 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	1,912	+
Barra núm. 1311 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+
Barra núm. 1312 - Círculo 500					
7	12,0	7,92	-0,412	4,412	+



## Anejo 9. Armadura Cortante Pilares

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 1 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	2,490	240,0	2
2	8	8,0	2,490	3,642	144,0	2
Barra núm. 2 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	2,490	240,0	2
2	8	8,0	2,490	3,642	144,0	2
Barra núm. 3 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	2,490	240,0	2
2	5	8,0	2,490	3,690	240,0	2
Barra núm. 4 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	2,490	240,0	2
2	8	8,0	2,490	3,642	144,0	2
Barra núm. 5 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	2,490	240,0	2
2	8	8,0	2,490	3,642	144,0	2
Barra núm. 6 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	2,490	240,0	2
2	8	8,0	2,490	3,642	144,0	2
Barra núm. 7 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	2,490	240,0	2
2	5	8,0	2,490	3,690	240,0	2
Barra núm. 8 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	2,490	240,0	2
2	8	8,0	2,490	3,642	144,0	2
Barra núm. 9 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	2,490	240,0	2
2	8	8,0	2,490	3,642	144,0	2
Barra núm. 10 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 11 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	2,490	240,0	2
2	8	8,0	2,490	3,642	144,0	2
Barra núm. 12 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 13 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	2,490	240,0	2
2	8	8,0	2,490	3,642	144,0	2
Barra núm. 14 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 15 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 16 - Rectángulo 500/1200						
1	6	8,0	0,330	1,530	240,0	2
2	9	8,0	1,530	3,690	240,0	2
Barra núm. 17 - Rectángulo 500/1200						
1	6	8,0	0,330	1,530	240,0	2
2	9	8,0	1,530	3,690	240,0	2
Barra núm. 18 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 19 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	2,490	240,0	2
2	8	8,0	2,490	3,642	144,0	2
Barra núm. 20 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 21 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 22 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 23 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	2,490	240,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
2	8	8,0	2,490	3,642	144,0	2
Barra núm. 24 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 25 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 26 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 27 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 28 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 29 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 30 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 31 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 32 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,330	1,626	144,0	2
2	3	8,0	1,626	2,346	240,0	2
3	9	8,0	2,346	3,642	144,0	2
Barra núm. 33 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 34 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 35 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 36 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 37 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 38 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 39 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 40 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 41 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 42 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 43 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 44 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 45 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 46 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 47 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 48 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 49 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 50 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 51 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 52 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 53 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 54 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 55 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 56 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 57 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 58 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 59 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 60 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 61 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 62 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 63 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 64 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 65 - Círculo 900						
1	23	8,0	0,330	3,630	150,0	2
Barra núm. 66 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 67 - Círculo 900						
1	23	8,0	0,330	3,630	150,0	2
Barra núm. 68 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 69 - Círculo 900						
1	23	8,0	0,330	3,630	150,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 70 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 71 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 72 - Círculo 900						
1	23	8,0	0,330	3,630	150,0	2
Barra núm. 73 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 74 - Círculo 900						
1	23	8,0	0,330	3,630	150,0	2
Barra núm. 75 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 76 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,330	1,230	90,0	2
2	10	8,0	1,230	2,730	150,0	2
3	11	8,0	2,730	3,720	90,0	2
Barra núm. 77 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 78 - Círculo 900						
1	23	8,0	0,330	3,630	150,0	2
Barra núm. 79 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 80 - Círculo 900						
1	23	8,0	0,330	3,630	150,0	2
Barra núm. 81 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 82 - Círculo 900						
1	23	8,0	0,330	3,630	150,0	2
Barra núm. 83 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 84 - Círculo 900						
1	23	8,0	0,330	3,630	150,0	2
Barra núm. 85 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 86 - Círculo 900						
1	23	8,0	0,330	3,630	150,0	2
Barra núm. 87 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 88 - Círculo 900						
1	23	8,0	0,330	3,630	150,0	2
Barra núm. 89 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 90 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,330	1,230	90,0	2
2	10	8,0	1,230	2,730	150,0	2
3	11	8,0	2,730	3,720	90,0	2
Barra núm. 91 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 92 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,330	1,230	90,0	2
2	10	8,0	1,230	2,730	150,0	2
3	11	8,0	2,730	3,720	90,0	2
Barra núm. 93 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 94 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,330	1,230	90,0	2
2	10	8,0	1,230	2,730	150,0	2
3	11	8,0	2,730	3,720	90,0	2
Barra núm. 95 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 96 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 97 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 98 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 99 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 100 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 101 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 102 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 103 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 104 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 105 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 106 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 107 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 108 - Círculo 500						

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 109 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 110 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 111 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 112 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 113 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 114 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 115 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 116 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 117 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 118 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 119 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 120 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 121 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 122 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 123 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 124 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 125 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 126 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 127 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 128 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 129 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 130 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 131 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 132 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 133 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 134 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 135 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 136 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 137 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 138 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 139 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 140 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 141 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 142 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 143 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 144 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 145 - Círculo 500						
1	17	8,0	0,330	3,210	180,0	2
2	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 146 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 147 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 148 - Círculo 500						
1	19	8,0	0,330	3,570	180,0	2
Barra núm. 149 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	14	8,0	0,870	3,390	180,0	2
3	5	8,0	3,390	3,930	108,0	2
Barra núm. 150 - Círculo 500						
1	21	8,0	0,330	3,930	180,0	2
Barra núm. 151 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	14	8,0	0,870	3,390	180,0	2
3	5	8,0	3,390	3,930	108,0	2
Barra núm. 152 - Círculo 500						
1	21	8,0	0,330	3,930	180,0	2
Barra núm. 153 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	14	8,0	0,870	3,390	180,0	2
3	5	8,0	3,390	3,930	108,0	2
Barra núm. 154 - Círculo 500						
1	21	8,0	0,330	3,930	180,0	2
Barra núm. 155 - Círculo 500						
1	21	8,0	0,330	3,930	180,0	2
Barra núm. 156 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	14	8,0	0,870	3,390	180,0	2
3	5	8,0	3,390	3,930	108,0	2
Barra núm. 157 - Círculo 3000						
1	22	8,0	0,030	3,810	180,0	2
Barra núm. 158 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 159 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 160 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 161 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 162 - Círculo 1000						
1	20	8,0	0,280	3,700	180,0	2
Barra núm. 164 - Círculo 1300						
1	22	8,0	0,030	3,810	180,0	2
Barra núm. 165 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,280	1,252	108,0	2
2	8	8,0	1,252	2,692	180,0	2
3	9	8,0	2,692	3,664	108,0	2
Barra núm. 166 - Círculo 900						
1	6	8,0	0,255	1,305	210,0	2
2	26	8,0	1,305	6,765	210,0	2
Barra núm. 168 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2
Barra núm. 169 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,330	1,302	108,0	2
2	8	8,0	1,302	2,742	180,0	2
3	9	8,0	2,742	3,714	108,0	2
Barra núm. 170 - Círculo 1000						
1	7	8,0	0,280	1,360	180,0	2
2	13	8,0	1,360	3,700	180,0	2
Barra núm. 171 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,280	1,252	108,0	2
2	8	8,0	1,252	2,692	180,0	2
3	9	8,0	2,692	3,664	108,0	2
Barra núm. 172 - Círculo 1000						
1	20	8,0	0,280	3,700	180,0	2
Barra núm. 173 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 174 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 175 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2
Barra núm. 176 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 177 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2
Barra núm. 178 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 179 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2
Barra núm. 180 - Círculo 1300						
1	13	8,0	0,330	1,626	108,0	2
2	4	8,0	1,626	2,346	180,0	2
3	13	8,0	2,346	3,750	108,0	2
Barra núm. 181 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 182 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2
Barra núm. 183 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 184 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2
Barra núm. 185 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2
Barra núm. 186 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 187 - Círculo 1000						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 188 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 189 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 190 - Círculo 1000						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 191 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 192 - Círculo 700						
1	17	8,0	0,330	3,690	210,0	2
Barra núm. 193 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 194 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 195 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	16	8,0	0,870	3,750	180,0	2
Barra núm. 196 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2
Barra núm. 197 - Círculo 1000						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 198 - Círculo 700						
1	7	8,0	0,330	1,086	126,0	2
2	9	8,0	1,086	2,976	210,0	2
3	6	8,0	2,976	3,732	126,0	2
Barra núm. 199 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 200 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,330	3,750	180,0	2
Barra núm. 201 - Círculo 700						

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
1	7	8,0	0,330	1,086	126,0	2
2	9	8,0	1,086	2,976	210,0	2
3	6	8,0	2,976	3,732	126,0	2
Barra núm. 202 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2
Barra núm. 203 - Círculo 900						
1	45	8,0	0,255	6,855	150,0	2
Barra núm. 204 - Círculo 900						
1	45	8,0	0,255	6,855	150,0	2
Barra núm. 205 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 206 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 207 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 208 - Círculo 900						
1	7	8,0	0,255	1,155	150,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 209 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,280	3,700	180,0	2
Barra núm. 210 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	13	8,0	0,820	3,160	180,0	2
3	5	8,0	3,160	3,700	108,0	2
Barra núm. 211 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	13	8,0	0,820	3,160	180,0	2
3	5	8,0	3,160	3,700	108,0	2
Barra núm. 212 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,280	3,700	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 213 - Círculo 500						
1	20	8,0	0,280	3,700	180,0	2
Barra núm. 214 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 215 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 216 - Círculo 700						
1	7	8,0	0,330	1,086	126,0	2
2	9	8,0	1,086	2,976	210,0	2
3	6	8,0	2,976	3,732	126,0	2
Barra núm. 217 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2
Barra núm. 218 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 219 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 220 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 221 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2
Barra núm. 222 - Círculo 1300						
1	13	8,0	0,330	1,626	108,0	2
2	4	8,0	1,626	2,346	180,0	2
3	13	8,0	2,346	3,750	108,0	2
Barra núm. 223 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2
Barra núm. 224 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	5	8,0	3,210	3,750	108,0	2
Barra núm. 225 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,330	0,762	108,0	2
2	16	8,0	0,762	3,642	180,0	2
Barra núm. 226 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,330	0,762	108,0	2
2	16	8,0	0,762	3,642	180,0	2
Barra núm. 227 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,330	0,762	108,0	2
2	16	8,0	0,762	3,642	180,0	2
Barra núm. 228 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	16	8,0	0,870	3,750	180,0	2
Barra núm. 229 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 230 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 231 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,330	0,762	108,0	2
2	16	8,0	0,762	3,642	180,0	2
Barra núm. 232 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 233 - Círculo 900						
1	7	8,0	0,255	1,155	150,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 234 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,330	0,762	108,0	2
2	14	8,0	0,762	3,282	180,0	2
3	4	8,0	3,282	3,714	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 235 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 236 - Rectángulo 400/400						
1	4	8,0	0,330	0,870	180,0	2
2	15	8,0	0,870	3,570	180,0	2
Barra núm. 237 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,330	0,870	108,0	2
2	13	8,0	0,870	3,210	180,0	2
3	4	8,0	3,210	3,642	108,0	2
Barra núm. 238 - Rectángulo 400/400						
1	4	8,0	0,330	0,870	180,0	2
2	15	8,0	0,870	3,570	180,0	2
Barra núm. 239 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,330	0,762	108,0	2
2	16	8,0	0,762	3,642	180,0	2
Barra núm. 240 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,330	0,762	108,0	2
2	16	8,0	0,762	3,642	180,0	2
Barra núm. 241 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,330	0,762	108,0	2
2	14	8,0	0,762	3,282	180,0	2
3	4	8,0	3,282	3,714	108,0	2
Barra núm. 242 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 243 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 244 - Rectángulo 500/1200						
1	18	8,0	0,255	4,335	240,0	2
Barra núm. 245 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 246 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 247 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 248 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 249 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 250 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 251 - Rectángulo 500/1200						
1	18	8,0	0,255	4,335	240,0	2
Barra núm. 252 - Rectángulo 500/1200						
1	6	8,0	0,255	1,455	240,0	2
2	12	8,0	1,455	4,335	240,0	2
Barra núm. 253 - Rectángulo 500/1200						
1	18	8,0	0,255	4,335	240,0	2
Barra núm. 254 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 255 - Rectángulo 500/1200						
1	6	8,0	0,255	1,455	240,0	2
2	12	8,0	1,455	4,335	240,0	2
Barra núm. 256 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 257 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 258 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 259 - Rectángulo 500/1200						
1	18	8,0	0,255	4,335	240,0	2
Barra núm. 260 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 261 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 262 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 263 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	12	8,0	1,551	4,431	240,0	2
Barra núm. 264 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 265 - Rectángulo 500/1200						
1	18	8,0	0,255	4,335	240,0	2
Barra núm. 266 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 267 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 268 - Rectángulo 500/1200						
1	18	8,0	0,255	4,335	240,0	2
Barra núm. 269 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 270 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	12	8,0	1,551	4,431	240,0	2
Barra núm. 271 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	12	8,0	1,551	4,431	240,0	2
Barra núm. 272 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 273 - Rectángulo 500/1200						
1	10	8,0	0,255	1,551	144,0	2
2	7	8,0	1,551	3,231	240,0	2
3	8	8,0	3,231	4,383	144,0	2
Barra núm. 274 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 275 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 276 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 277 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 278 - Círculo 500						

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 279 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 280 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 281 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 282 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 283 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 284 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 285 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 286 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 287 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 288 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 289 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 290 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 291 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 292 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 293 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 294 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 295 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 296 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 297 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 298 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 299 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 300 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 301 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 302 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 303 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 304 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 305 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 306 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	16	8,0	1,155	3,555	150,0	2
3	9	8,0	3,555	4,365	90,0	2
Barra núm. 307 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 308 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	16	8,0	1,155	3,555	150,0	2
3	9	8,0	3,555	4,365	90,0	2
Barra núm. 309 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 310 - Círculo 900						
1	28	8,0	0,255	4,305	150,0	2

Elem. número	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 311 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 312 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 313 - Círculo 900						
1	28	8,0	0,255	4,305	150,0	2
Barra núm. 314 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 315 - Círculo 900						
1	28	8,0	0,255	4,305	150,0	2
Barra núm. 316 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 317 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	16	8,0	1,155	3,555	150,0	2
3	9	8,0	3,555	4,365	90,0	2
Barra núm. 318 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 319 - Círculo 900						
1	28	8,0	0,255	4,305	150,0	2
Barra núm. 320 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 321 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	16	8,0	1,155	3,555	150,0	2
3	9	8,0	3,555	4,365	90,0	2
Barra núm. 322 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 323 - Círculo 900						
1	28	8,0	0,255	4,305	150,0	2

Elem. número	Núm. de cercos	d <sub>c</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 324 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 325 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	16	8,0	1,155	3,555	150,0	2
3	9	8,0	3,555	4,365	90,0	2
Barra núm. 326 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 327 - Círculo 900						
1	28	8,0	0,255	4,305	150,0	2
Barra núm. 328 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 329 - Círculo 900						
1	28	8,0	0,255	4,305	150,0	2
Barra núm. 330 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 331 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	16	8,0	1,155	3,555	150,0	2
3	9	8,0	3,555	4,365	90,0	2
Barra núm. 332 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 333 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	16	8,0	1,155	3,555	150,0	2
3	9	8,0	3,555	4,365	90,0	2
Barra núm. 334 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 335 - Círculo 900						

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
1	28	8,0	0,255	4,305	150,0	2
Barra núm. 336 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 337 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 338 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 339 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 340 - Círculo 500						
1	21	8,0	0,255	3,855	180,0	2
2	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 341 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 342 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 343 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 344 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 345 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 346 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 347 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 348 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 349 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 350 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 351 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 352 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 353 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 354 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 355 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 356 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 357 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 358 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 359 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 360 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 361 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 362 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 363 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 364 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 365 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 366 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 367 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 368 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 369 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 370 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 371 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 372 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 373 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 374 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 375 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 376 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 377 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 378 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 379 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 380 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 381 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 382 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 383 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 384 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 385 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 386 - Círculo 500						
1	4	8,0	0,255	0,795	180,0	2
2	20	8,0	0,795	4,395	180,0	2
Barra núm. 387 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 388 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 389 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 390 - Círculo 500						
1	4	8,0	0,030	0,570	180,0	2
2	21	8,0	0,570	4,350	180,0	2
Barra núm. 391 - Círculo 500						
1	25	8,0	0,030	4,350	180,0	2
Barra núm. 392 - Círculo 500						
1	4	8,0	0,030	0,570	180,0	2
2	21	8,0	0,570	4,350	180,0	2
Barra núm. 393 - Círculo 500						
1	25	8,0	0,030	4,350	180,0	2
Barra núm. 394 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,030	0,570	108,0	2
2	18	8,0	0,570	3,810	180,0	2
3	5	8,0	3,810	4,350	108,0	2
Barra núm. 395 - Círculo 500						
1	25	8,0	0,030	4,350	180,0	2
Barra núm. 396 - Círculo 500						
1	25	8,0	0,030	4,350	180,0	2
Barra núm. 397 - Círculo 500						
1	25	8,0	0,030	4,350	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 398 - Círculo 3000						
1	26	8,0	0,030	4,530	180,0	2
Barra núm. 399 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 400 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 401 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 402 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 403 - Círculo 1000						
1	23	10,0	0,280	4,240	180,0	2
Barra núm. 405 - Círculo 1300						
1	13	8,0	0,030	1,326	108,0	2
2	16	8,0	1,326	4,206	180,0	2
Barra núm. 406 - Círculo 1000						
1	26	8,0	0,280	4,405	165,0	2
Barra núm. 407 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,230	1,202	108,0	2
2	18	8,0	1,202	4,442	180,0	2
Barra núm. 409 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 410 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,230	1,202	108,0	2
2	12	8,0	1,202	3,362	180,0	2
3	10	8,0	3,362	4,442	108,0	2
Barra núm. 411 - Círculo 1000						
1	24	8,0	0,280	4,420	180,0	2
Barra núm. 412 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,280	1,252	108,0	2
2	12	8,0	1,252	3,412	180,0	2
3	9	8,0	3,412	4,384	108,0	2

Elem. número	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 413 - Círculo 1000						
1	23	8,0	0,280	4,240	180,0	2
Barra núm. 414 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 415 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 416 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 417 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 418 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 419 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 420 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 421 - Círculo 1300						
1	13	8,0	0,230	1,526	108,0	2
2	9	8,0	1,526	3,146	180,0	2
3	12	8,0	3,146	4,442	108,0	2
Barra núm. 422 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 423 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 424 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 425 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 426 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 427 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 428 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,230	1,202	108,0	2
2	12	8,0	1,202	3,362	180,0	2
3	10	8,0	3,362	4,442	108,0	2
Barra núm. 429 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 430 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 431 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,230	1,202	108,0	2
2	12	8,0	1,202	3,362	180,0	2
3	10	8,0	3,362	4,442	108,0	2
Barra núm. 432 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 433 - Círculo 700						
1	21	8,0	0,230	4,430	210,0	2
Barra núm. 434 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 435 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 436 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	20	8,0	0,770	4,370	180,0	2
Barra núm. 437 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 438 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,230	1,202	108,0	2
2	12	8,0	1,202	3,362	180,0	2
3	10	8,0	3,362	4,442	108,0	2
Barra núm. 439 - Círculo 700						
1	21	8,0	0,230	4,430	210,0	2
Barra núm. 440 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 441 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 442 - Círculo 700						
1	7	8,0	0,230	0,986	126,0	2
2	16	8,0	0,986	4,346	210,0	2
Barra núm. 443 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 444 - Círculo 700						
1	21	8,0	0,255	4,455	210,0	2
Barra núm. 445 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,280	4,420	180,0	2
Barra núm. 446 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,280	4,420	180,0	2
Barra núm. 447 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	20	8,0	0,820	4,420	180,0	2
Barra núm. 448 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	20	8,0	0,820	4,420	180,0	2
Barra núm. 449 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,280	4,420	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 450 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	20	8,0	0,820	4,420	180,0	2
Barra núm. 451 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	17	8,0	0,820	3,880	180,0	2
3	5	8,0	3,880	4,420	108,0	2
Barra núm. 452 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	20	8,0	0,820	4,420	180,0	2
Barra núm. 453 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	20	8,0	0,820	4,420	180,0	2
Barra núm. 454 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	17	8,0	0,820	3,880	180,0	2
3	5	8,0	3,880	4,420	108,0	2
Barra núm. 455 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,280	4,420	180,0	2
Barra núm. 456 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,280	4,420	180,0	2
Barra núm. 457 - Círculo 700						
1	7	8,0	0,230	0,986	126,0	2
2	16	8,0	0,986	4,346	210,0	2
Barra núm. 458 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	17	8,0	0,770	3,830	180,0	2
3	5	8,0	3,830	4,370	108,0	2
Barra núm. 459 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,280	4,420	180,0	2
Barra núm. 460 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	17	8,0	0,820	3,880	180,0	2
3	5	8,0	3,880	4,420	108,0	2
Barra núm. 461 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	20	8,0	0,820	4,420	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 462 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 463 - Círculo 1300						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 464 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 465 - Círculo 500						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 466 - Rectángulo 400/400						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 467 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,230	0,662	108,0	2
2	21	8,0	0,662	4,442	180,0	2
Barra núm. 468 - Rectángulo 400/400						
1	24	8,0	0,230	4,370	180,0	2
Barra núm. 469 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	20	8,0	0,770	4,370	180,0	2
Barra núm. 470 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 471 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	20	8,0	0,820	4,420	180,0	2
Barra núm. 472 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,230	0,662	108,0	2
2	19	8,0	0,662	4,082	180,0	2
3	3	8,0	4,082	4,406	108,0	2
Barra núm. 473 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	20	8,0	0,820	4,420	180,0	2
Barra núm. 474 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	20	8,0	0,820	4,420	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 475 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,230	0,662	108,0	2
2	19	8,0	0,662	4,082	180,0	2
3	3	8,0	4,082	4,406	108,0	2
Barra núm. 476 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	17	8,0	0,820	3,880	180,0	2
3	5	8,0	3,880	4,420	108,0	2
Barra núm. 477 - Rectángulo 400/400						
1	24	8,0	0,255	4,395	180,0	2
Barra núm. 478 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,255	0,795	108,0	2
2	17	8,0	0,795	3,855	180,0	2
3	5	8,0	3,855	4,395	108,0	2
Barra núm. 479 - Rectángulo 400/400						
1	4	8,0	0,255	0,795	180,0	2
2	20	8,0	0,795	4,395	180,0	2
Barra núm. 480 - Rectángulo 400/400						
1	4	8,0	0,230	0,770	180,0	2
2	20	8,0	0,770	4,370	180,0	2
Barra núm. 481 - Rectángulo 400/400						
1	4	8,0	0,230	0,770	180,0	2
2	20	8,0	0,770	4,370	180,0	2
Barra núm. 482 - Rectángulo 400/400						
1	4	8,0	0,230	0,770	180,0	2
2	20	8,0	0,770	4,370	180,0	2
Barra núm. 483 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 484 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 485 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 486 - Círculo 900						
1	7	8,0	0,255	1,155	150,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 487 - Círculo 900						
1	7	8,0	0,255	1,155	150,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 488 - Círculo 900						
1	7	8,0	0,255	1,155	150,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 489 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 490 - Círculo 900						
1	7	8,0	0,255	1,155	150,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 491 - Círculo 900						
1	7	8,0	0,255	1,155	150,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 492 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 493 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 494 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 495 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 496 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 497 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 498 - Círculo 1300						
1	13	8,0	0,330	1,626	108,0	2
2	29	8,0	1,626	6,846	180,0	2

Elem. número	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 499 - Círculo 1300						
1	13	8,0	0,230	1,526	108,0	2
2	22	8,0	1,526	5,486	180,0	2
3	13	8,0	5,486	6,890	108,0	2
Barra núm. 500 - Círculo 1300						
1	9	8,0	0,230	1,670	180,0	2
2	29	8,0	1,670	6,890	180,0	2
Barra núm. 501 - Círculo 1000						
1	8	8,0	0,255	1,263	144,0	2
2	23	8,0	1,263	6,783	240,0	2
Barra núm. 502 - Círculo 1000						
1	7	8,0	0,280	1,360	180,0	2
2	30	8,0	1,360	6,760	180,0	2
Barra núm. 503 - Círculo 1000						
1	7	8,0	0,330	1,410	180,0	2
2	30	8,0	1,410	6,810	180,0	2
Barra núm. 504 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,280	1,252	108,0	2
2	25	8,0	1,252	5,752	180,0	2
3	10	8,0	5,752	6,832	108,0	2
Barra núm. 506 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,255	1,227	108,0	2
2	5	8,0	1,227	2,127	180,0	2
3	9	8,0	2,127	3,099	108,0	2
Barra núm. 508 - Círculo 1000						
1	7	8,0	0,280	1,360	180,0	2
2	9	8,0	1,360	2,980	180,0	2
Barra núm. 509 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,255	1,227	108,0	2
2	5	8,0	1,227	2,127	180,0	2
3	9	8,0	2,127	3,099	108,0	2
Barra núm. 510 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,230	1,202	108,0	2
2	10	8,0	1,202	3,002	180,0	2
Barra núm. 511 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,230	1,202	108,0	2
2	26	8,0	1,202	5,882	180,0	2
3	9	8,0	5,882	6,854	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 512 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 513 - Círculo 900						
1	8	8,0	0,255	1,137	126,0	2
2	23	8,0	1,137	5,967	210,0	2
3	7	8,0	5,967	6,849	126,0	2
Barra núm. 514 - Círculo 900						
1	8	8,0	0,255	1,137	126,0	2
2	23	8,0	1,137	5,967	210,0	2
3	7	8,0	5,967	6,849	126,0	2
Barra núm. 515 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 516 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 517 - Círculo 900						
1	8	8,0	0,255	1,137	126,0	2
2	23	8,0	1,137	5,967	210,0	2
3	7	8,0	5,967	6,849	126,0	2
Barra núm. 518 - Círculo 900						
1	10	8,0	0,255	1,227	108,0	2
2	26	8,0	1,227	5,907	180,0	2
3	9	8,0	5,907	6,879	108,0	2
Barra núm. 519 - Círculo 900						
1	10	8,0	0,255	1,227	108,0	2
2	26	8,0	1,227	5,907	180,0	2
3	9	8,0	5,907	6,879	108,0	2
Barra núm. 520 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	21	8,0	1,155	4,305	150,0	2
Barra núm. 521 - Círculo 900						
1	10	8,0	0,255	1,227	108,0	2
2	26	8,0	1,227	5,907	180,0	2
3	9	8,0	5,907	6,879	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 522 - Círculo 900						
1	7	8,0	0,255	1,155	150,0	2
2	38	8,0	1,155	6,855	150,0	2
Barra núm. 523 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 524 - Círculo 900						
1	8	8,0	0,255	1,263	144,0	2
2	19	8,0	1,263	5,823	240,0	2
3	7	8,0	5,823	6,831	144,0	2
Barra núm. 525 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 526 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	32	8,0	1,155	5,955	150,0	2
3	10	8,0	5,955	6,855	90,0	2
Barra núm. 528 - Círculo 1000						
1	18	8,0	0,255	3,315	180,0	2
Barra núm. 529 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,255	1,227	108,0	2
2	7	8,0	1,227	2,487	180,0	2
3	9	8,0	2,487	3,459	108,0	2
Barra núm. 530 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	10	8,0	1,155	2,655	150,0	2
3	11	8,0	2,655	3,645	90,0	2
Barra núm. 559 - Círculo 1300						
1	13	8,0	0,330	1,626	108,0	2
2	4	8,0	1,626	2,346	180,0	2
3	13	8,0	2,346	3,750	108,0	2
Barra núm. 560 - Círculo 1300						
1	9	8,0	0,230	1,670	180,0	2
2	15	8,0	1,670	4,370	180,0	2
Barra núm. 561 - Círculo 1300						
1	13	8,0	0,255	1,551	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
2	22	8,0	1,551	5,511	180,0	2
3	12	8,0	5,511	6,807	108,0	2
Barra núm. 653 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,230	0,662	108,0	2
2	32	8,0	0,662	6,422	180,0	2
3	4	8,0	6,422	6,854	108,0	2
Barra núm. 654 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,230	0,662	108,0	2
2	32	8,0	0,662	6,422	180,0	2
3	4	8,0	6,422	6,854	108,0	2
Barra núm. 655 - Rectángulo 400/400						
1	4	8,0	0,230	0,770	180,0	2
2	34	8,0	0,770	6,890	180,0	2
Barra núm. 656 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,230	0,662	108,0	2
2	32	8,0	0,662	6,422	180,0	2
3	4	8,0	6,422	6,854	108,0	2
Barra núm. 657 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,230	0,662	108,0	2
2	34	8,0	0,662	6,782	180,0	2
Barra núm. 658 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,230	0,662	108,0	2
2	32	8,0	0,662	6,422	180,0	2
3	4	8,0	6,422	6,854	108,0	2
Barra núm. 659 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,230	0,662	108,0	2
2	32	8,0	0,662	6,422	180,0	2
3	4	8,0	6,422	6,854	108,0	2
Barra núm. 660 - Rectángulo 400/400						
1	4	8,0	0,230	0,770	180,0	2
2	34	8,0	0,770	6,890	180,0	2
Barra núm. 662 - Rectángulo 400/400						
1	5	8,0	0,230	0,662	108,0	2
2	32	8,0	0,662	6,422	180,0	2
3	4	8,0	6,422	6,854	108,0	2
Barra núm. 670 - Círculo 1000						
1	7	8,0	0,330	1,410	180,0	2
2	30	8,0	1,410	6,810	180,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 671 - Círculo 1000						
1	7	8,0	0,330	1,410	180,0	2
2	30	8,0	1,410	6,810	180,0	2
Barra núm. 672 - Círculo 700						
1	7	8,0	0,230	0,986	126,0	2
2	7	8,0	0,986	2,456	210,0	2
3	5	8,0	2,456	3,086	126,0	2
Barra núm. 673 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,230	0,770	108,0	2
2	10	8,0	0,770	2,570	180,0	2
3	5	8,0	2,570	3,110	108,0	2
Barra núm. 677 - Círculo 700						
1	5	8,0	0,230	1,070	210,0	2
2	9	8,0	1,070	2,960	210,0	2
Barra núm. 678 - Círculo 700						
1	7	8,0	0,230	0,986	126,0	2
2	28	8,0	0,986	6,866	210,0	2
Barra núm. 728 - Círculo 700						
1	7	8,0	0,255	1,011	126,0	2
2	24	8,0	1,011	6,051	210,0	2
3	6	8,0	6,051	6,807	126,0	2
Barra núm. 736 - Círculo 700						
1	16	8,0	0,255	3,405	210,0	2
Barra núm. 737 - Círculo 700						
1	18	8,0	0,255	3,740	205,0	2
Barra núm. 746 - Círculo 1000						
1	7	8,0	0,255	1,335	180,0	2
2	11	8,0	1,335	3,315	180,0	2
Barra núm. 747 - Círculo 1000						
1	12	8,0	0,255	1,245	90,0	2
2	8	8,0	1,245	2,445	150,0	2
3	11	8,0	2,445	3,435	90,0	2
Barra núm. 748 - Círculo 1000						
1	18	10,0	0,255	3,315	180,0	2
Barra núm. 763 - Círculo 500						
1	38	8,0	0,230	6,890	180,0	2
Barra núm. 764 - Círculo 700						

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
1	7	8,0	0,230	0,986	126,0	2
2	28	8,0	0,986	6,866	210,0	2
Barra núm. 765 - Círculo 700						
1	7	8,0	0,255	1,011	126,0	2
2	9	8,0	1,011	2,901	210,0	2
3	6	8,0	2,901	3,657	126,0	2
Barra núm. 766 - Círculo 900						
1	10	8,0	0,255	1,227	108,0	2
2	26	8,0	1,227	5,907	180,0	2
3	9	8,0	5,907	6,879	108,0	2
Barra núm. 1034 - Círculo 1000						
1	10	8,0	0,330	1,302	108,0	2
2	8	8,0	1,302	2,742	180,0	2
3	9	8,0	2,742	3,714	108,0	2
Barra núm. 1251 - Círculo 500						
1	72	8,0	0,280	7,096	96,0	2
Barra núm. 1259 - Círculo 900						
1	7	8,0	0,330	1,230	150,0	2
2	16	8,0	1,230	3,630	150,0	2
Barra núm. 1260 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,255	1,155	90,0	2
2	16	8,0	1,155	3,555	150,0	2
3	9	8,0	3,555	4,365	90,0	2
Barra núm. 1276 - Círculo 900						
1	11	8,0	0,280	1,180	90,0	2
2	11	8,0	1,180	2,830	150,0	2
3	9	8,0	2,830	3,640	90,0	2
Barra núm. 1309 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	7	8,0	0,820	2,080	180,0	2
Barra núm. 1310 - Círculo 500						
1	14	8,0	0,280	0,785	38,9	2
2	12	8,0	0,721	1,187	38,9	2
3	-1	8,0	0,785	0,721	64,8	2
Barra núm. 1311 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	13	8,0	0,820	3,160	180,0	2
3	5	8,0	3,160	3,700	108,0	2

Elem. núm.	Núm. de cercos	d <sub>s</sub> [mm]	Posición x [m]		Separación s <sub>sw</sub> [mm]	Núm. de ramas
			de	a		
Barra núm. 1312 - Círculo 500						
1	6	8,0	0,280	0,820	108,0	2
2	13	8,0	0,820	3,160	180,0	2
3	5	8,0	3,160	3,700	108,0	2

Proyecto Fin de Carrera  
Ingeniería Civil

Proyecto de Construcción de una Estación de  
Autobuses Interurbanos

Análisis del Diseño Estructural de la Estación de Autobuses de  
Pamplona

PLANOS  
TOMO 2.

Autor: Adrián I. Cubero Rivera

Tutor: Blas González González

Dep. Construcciones Arquitectónicas  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería  
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2016





Proyecto Fin de Carrera  
Ingeniería Civil

## **Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Sevilla**

Autor:

Adrián I. Cubero Rivera

Tutor:

Blas González González

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Dpto. de Construcciones Arquitectónicas

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

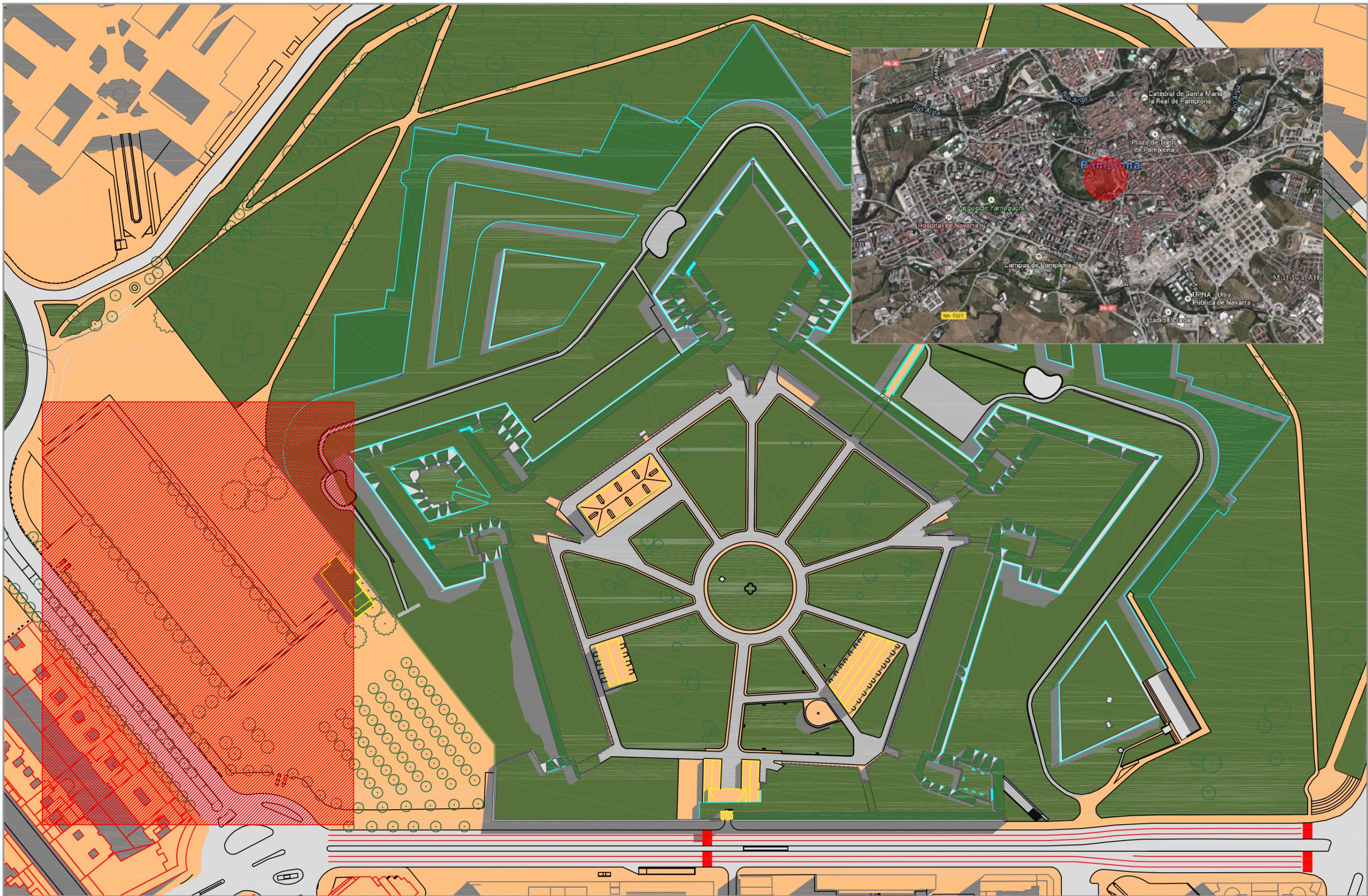
Sevilla, 2016



## Índice

A01.- Localización y Emplazamiento  
A02.- Situación  
A03.-Planta 0. Cota +453,00  
A04.- Planta -1. Cota +448,40  
A05.- Planta -2. Cota +445,00  
A06.- Planta -3. Cota +440,30  
A07.- Planta -4. Cota +436,30  
A08.- Secciones 1.  
A09.- Secciones 2.  
A10.- Secciones 3.  
A11.- Zonificación Estructural  
A12.- Excavación y Pantallas  
A13.- Definición de Zona A. Planta -1  
A14.- Definición de Zona A. Planta -2  
A15.- Definición de Zona A. Planta -3  
A16.- Definición de Zona A. Planta -4  
A17.- Definición de Zona A. Planta 0  
A18.- Topografía. Estado Inicial  
A19.- Topografía. Estado Final  
A20.- Cargas. Planta 0  
A21.- Cargas. Planta -1  
A22.- Cargas. Planta -2  
A23.- Cargas. Planta -3  
A24.- Cargas. Planta -4  
A25.- Predimensionamiento. Plantas -3 y -4  
A26.- Predimensionamiento. Planta -2  
A27.- Predimensionamiento. Planta -1  
A28.- Predimensionamiento. Planta 0  
A29.- Numeración de pilares. Planta -4  
A30.- Numeración de pilares. Planta -3  
A31.- Numeración de pilares. Planta -2  
A32.- Numeración de pilares. Planta -1  
A33.- Armadura longitudinal. Planta -4  
A34.- Armadura cortante. Planta -4  
A35.- Armadura longitudinal. Planta -3  
A36.- Armadura cortante. Planta -3  
A37.- Armadura longitudinal. Planta -2  
A38.- Armadura cortante. Planta -2  
A39.- Armadura longitudinal y cortante. Planta -1

A40.- Armadura longitudinal. Planta 0  
A41.- Armadura cortante. Planta 0  
A42.- Cuadro de pilares



**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

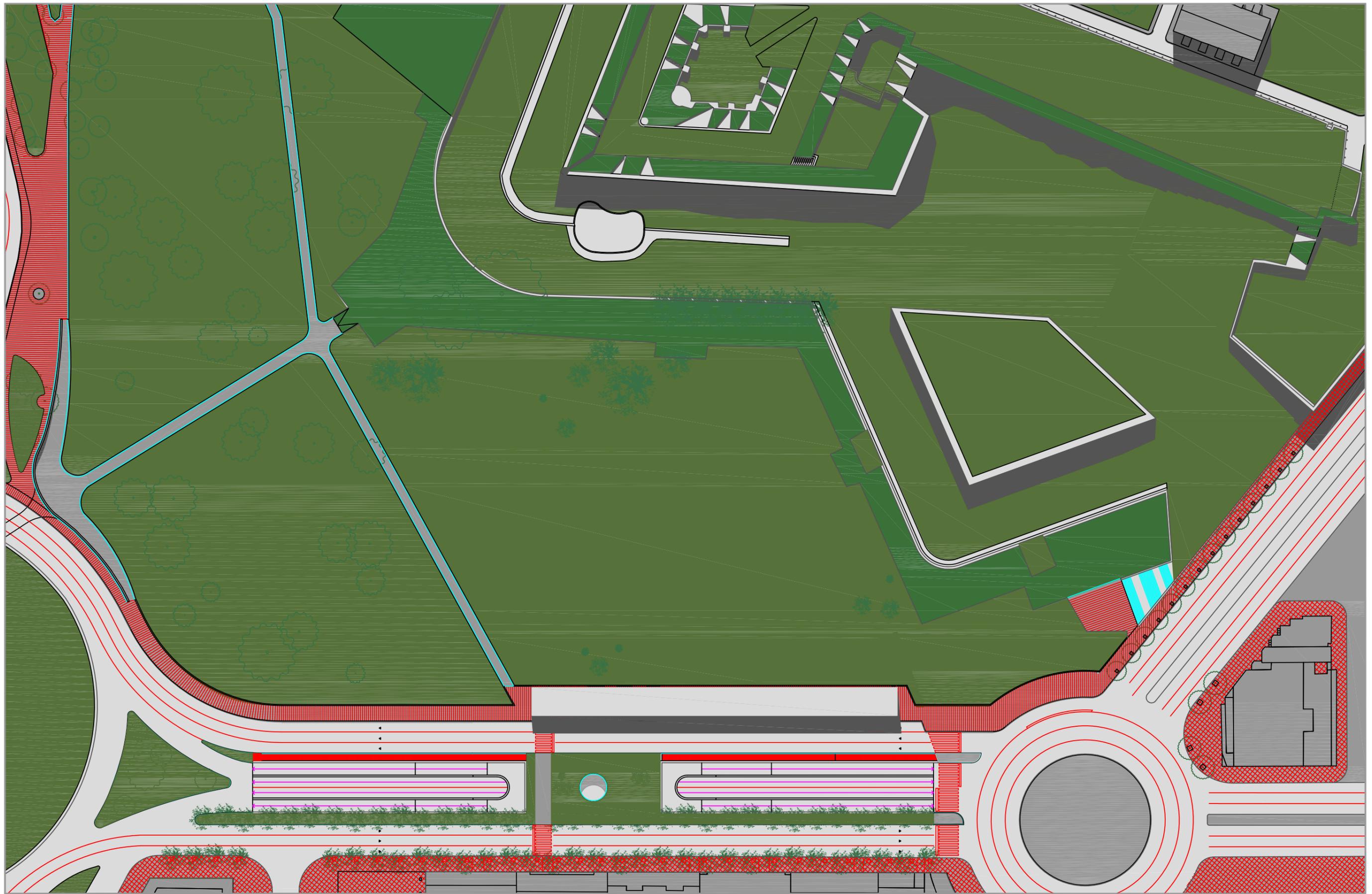
**ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA**

**ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA**

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
**LOCALIZACIÓN/EMPLAZAMIENTO**  
**E: 1/2.000**

**A01**



**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

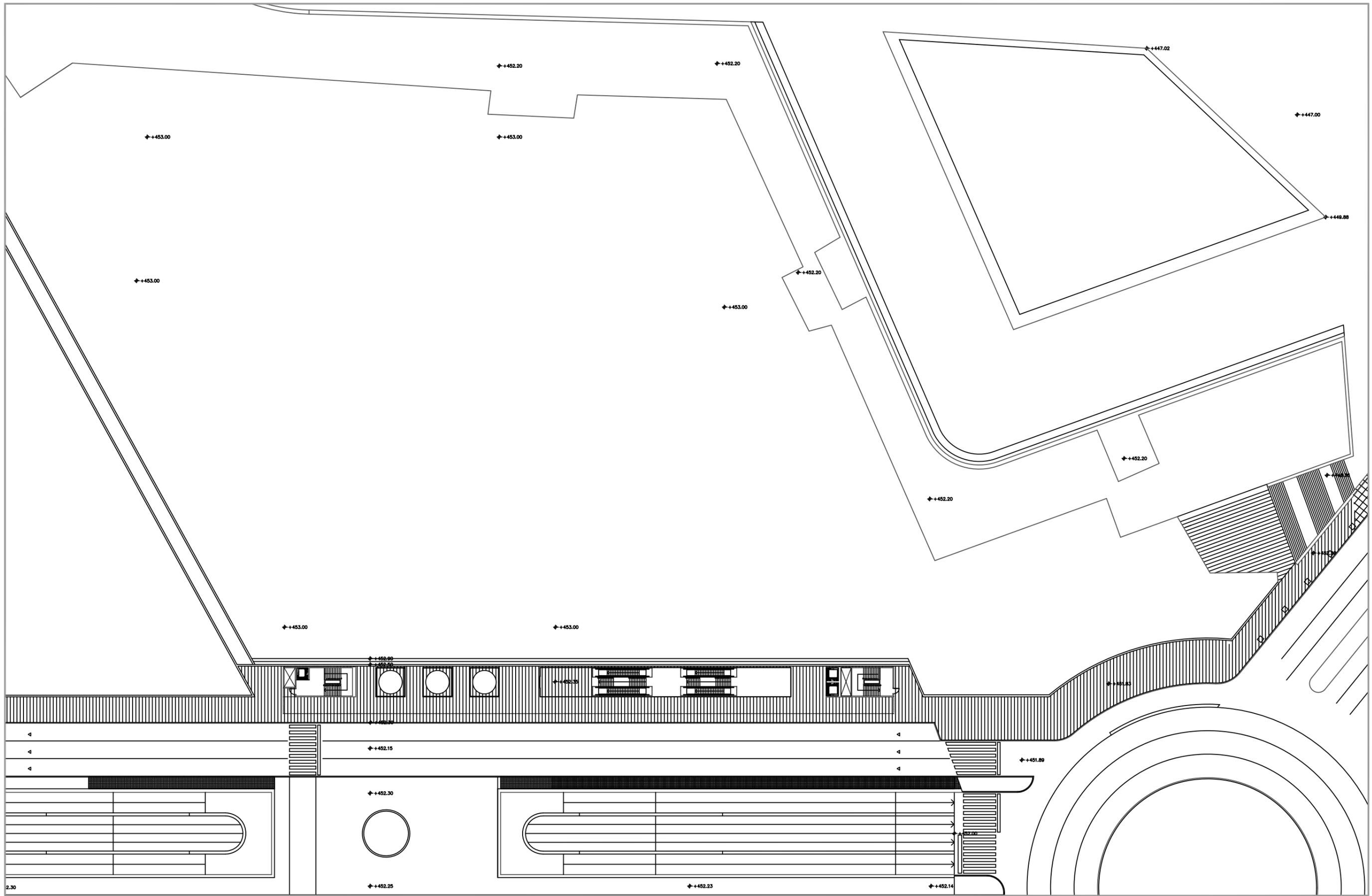
ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
SITUACIÓN  
E: 1/2.000

A02



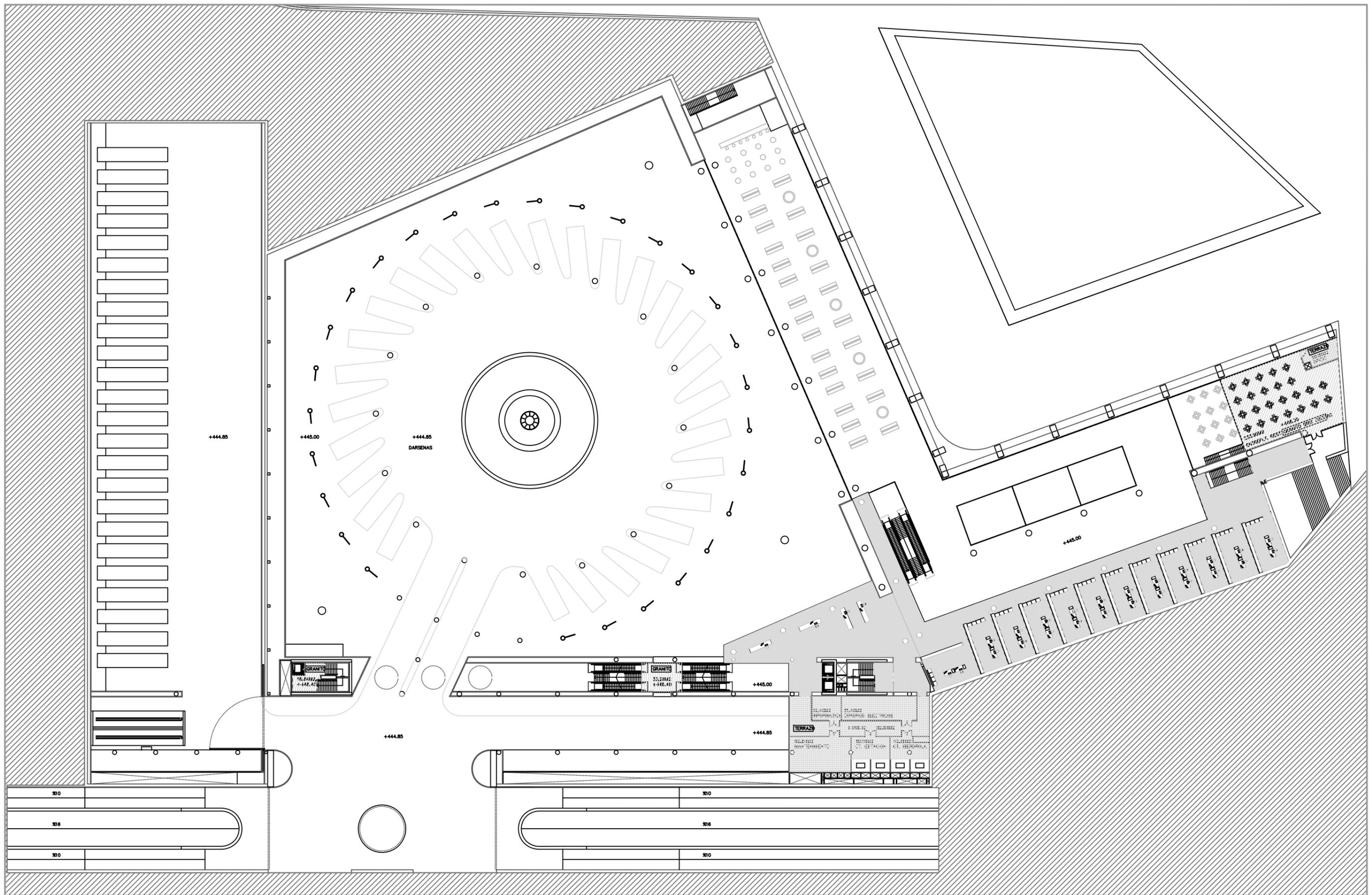
**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
 DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
**PLANTA 0. COTA +453,00**  
 E: 1/600



**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

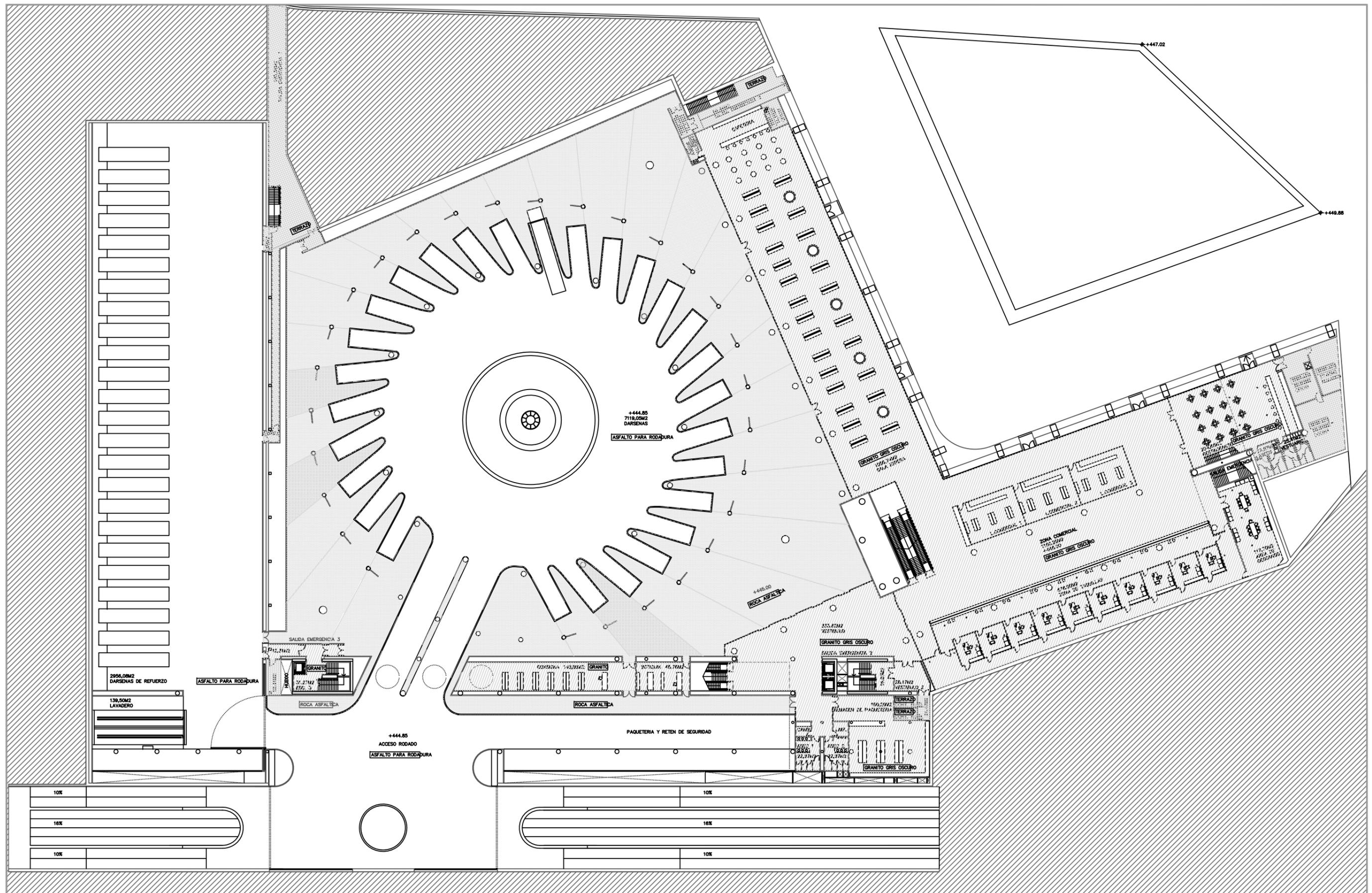
ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
**PLANTA -1. COTA +448,40**  
E: 1/600

**A04**



**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

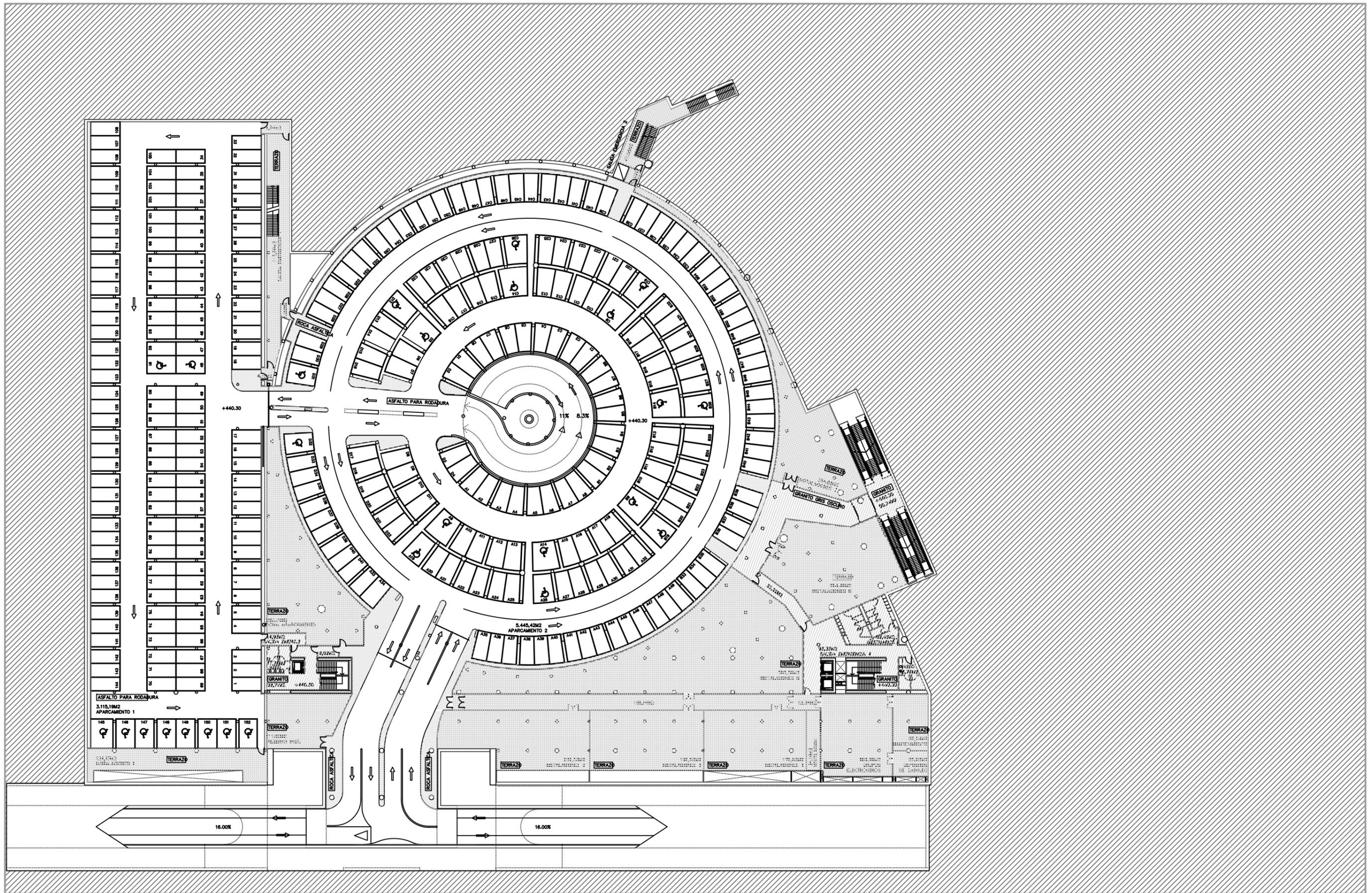
ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
PLANTA -2. COTA +445,00  
E: 1/600

A05



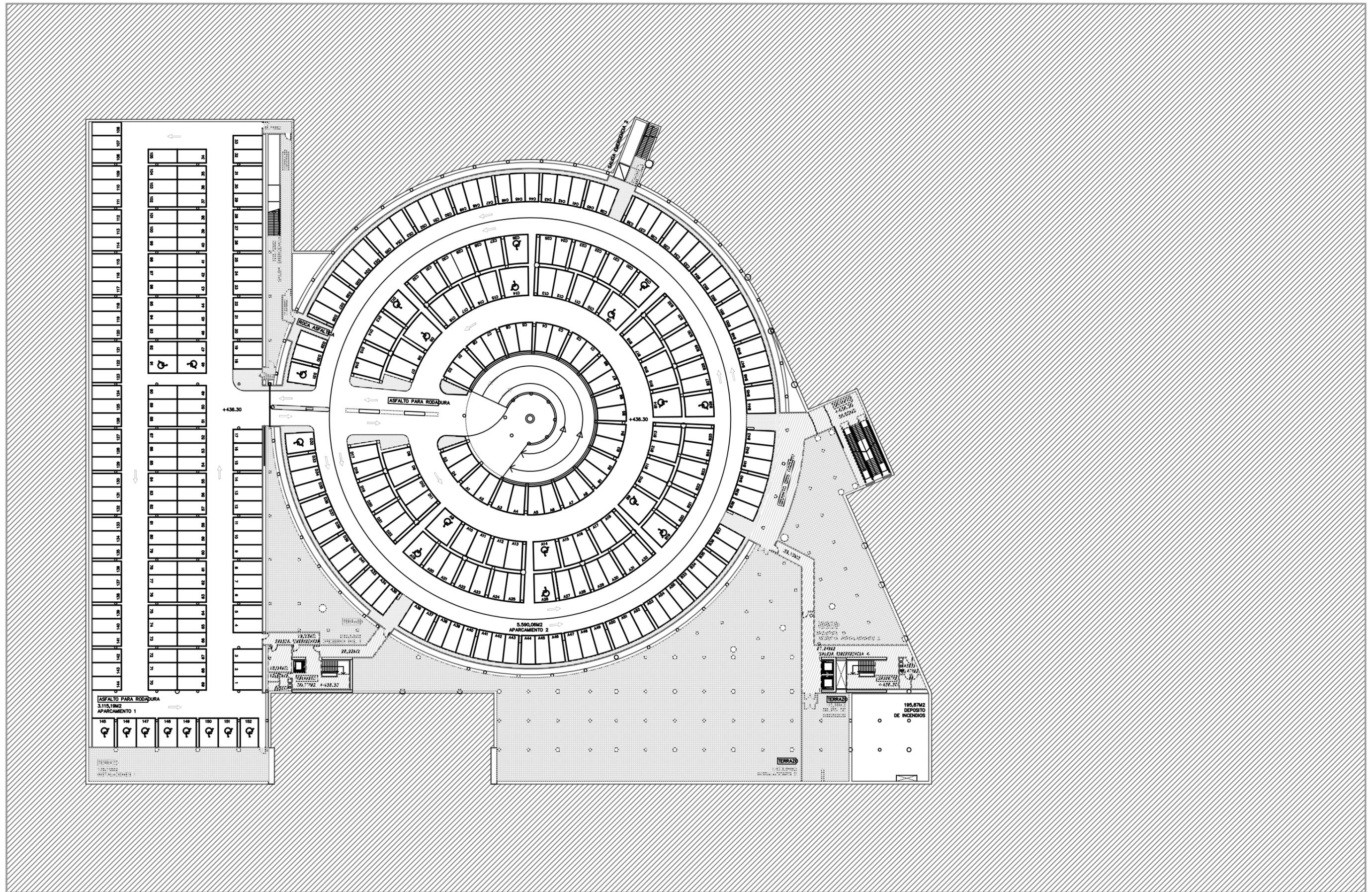
**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
PLANTA -3. COTA +440,30  
E:1/600



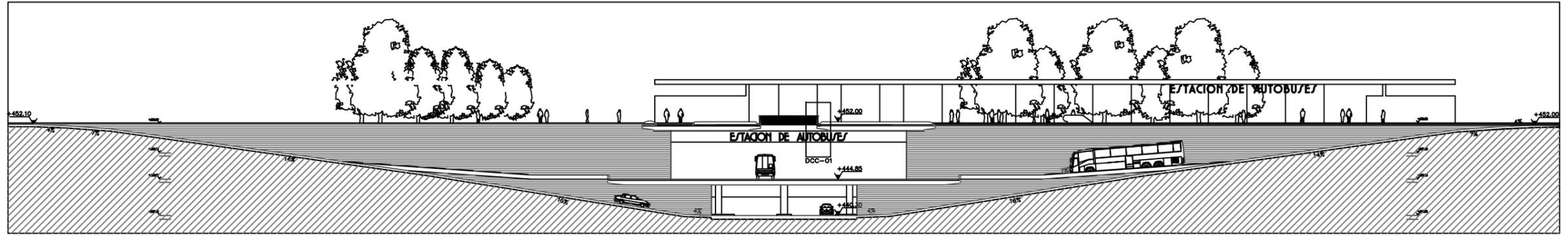
**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

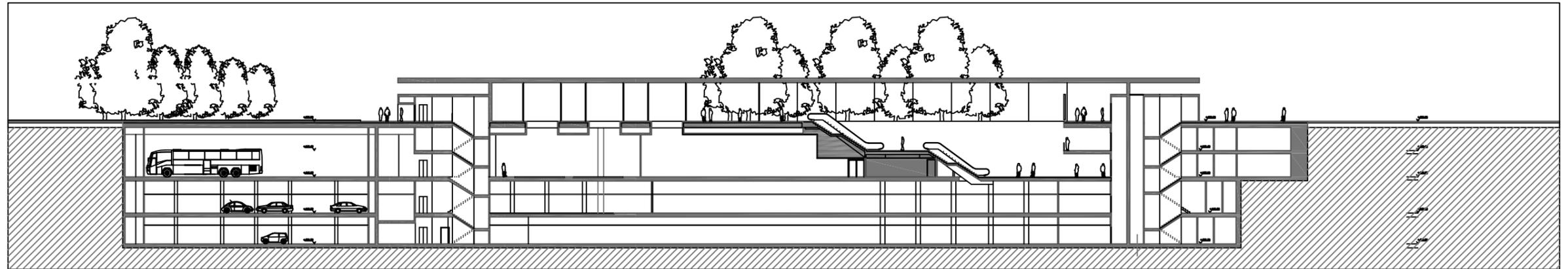
ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

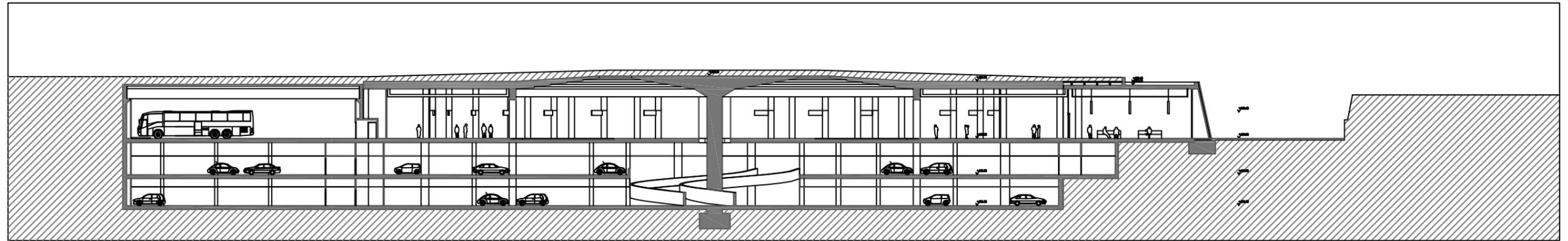
PLANO:  
PLANTA -4. COTA +436,30  
E: 1/600



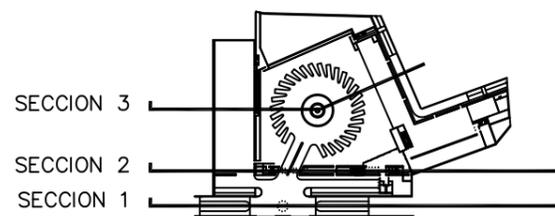
SECCION 1

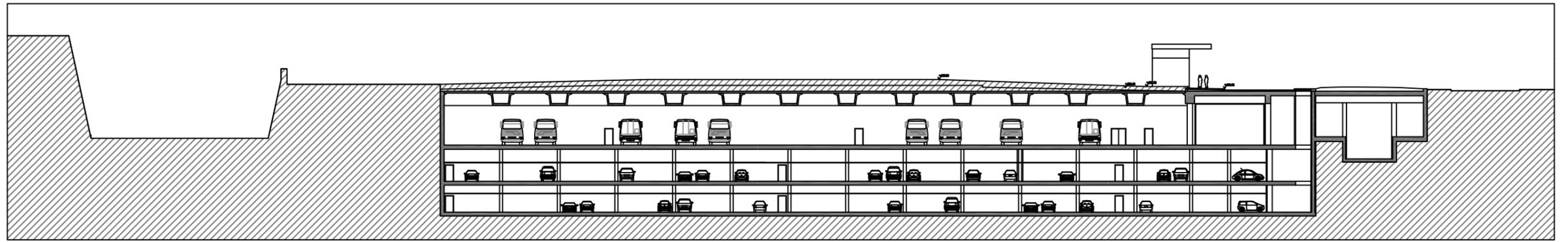


SECCION 2

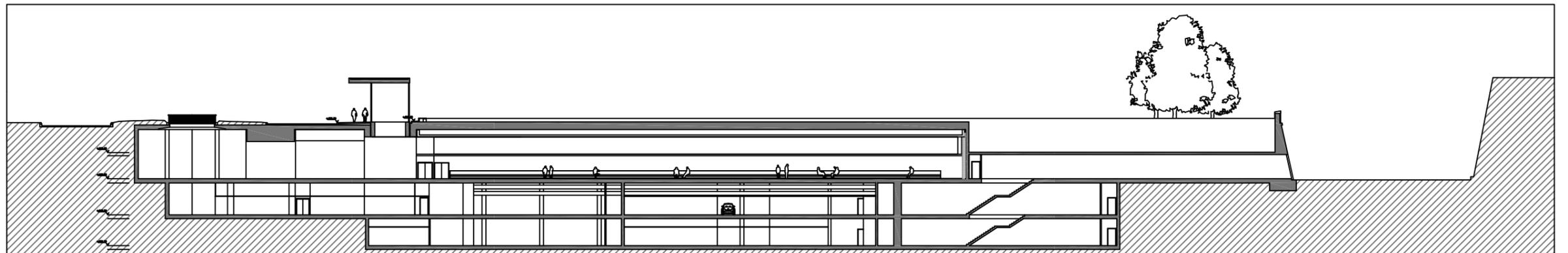


SECCION 3

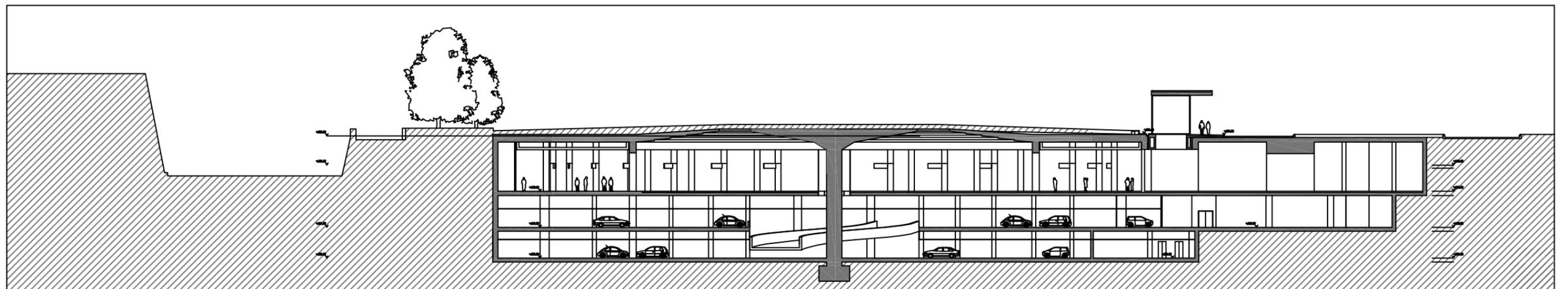




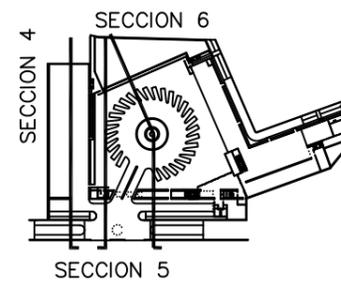
SECCION 4

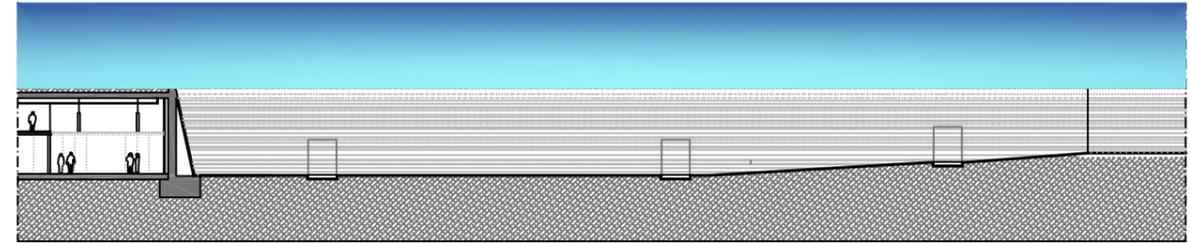
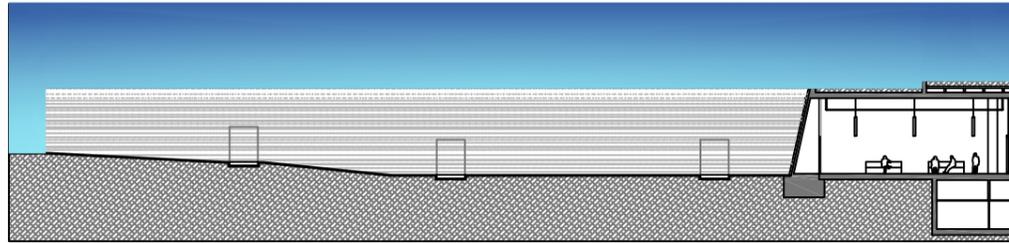


SECCION 5

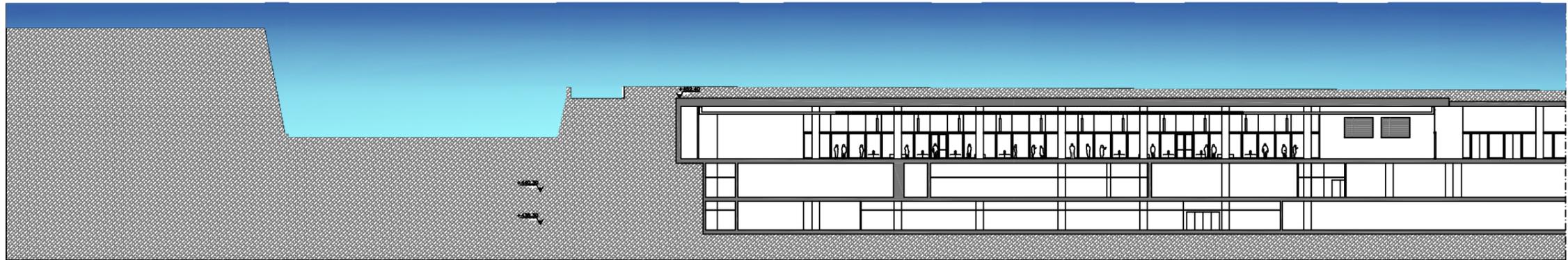


SECCION 6

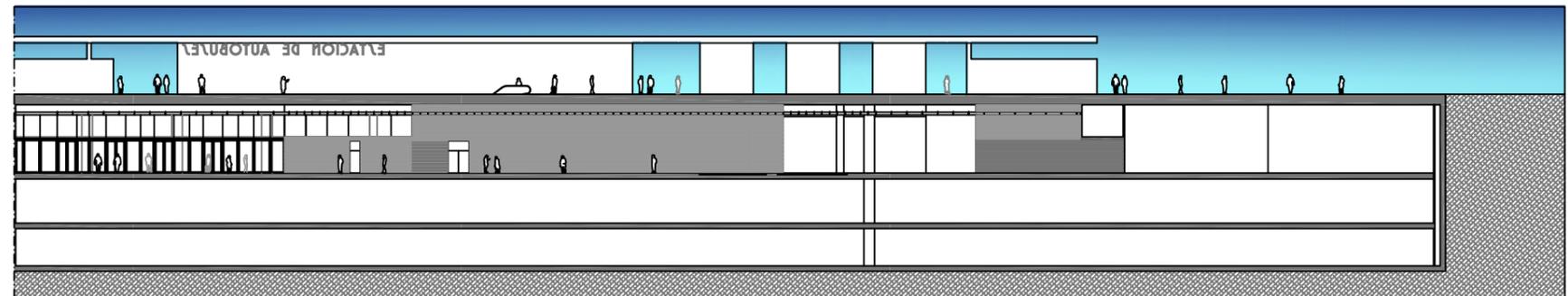




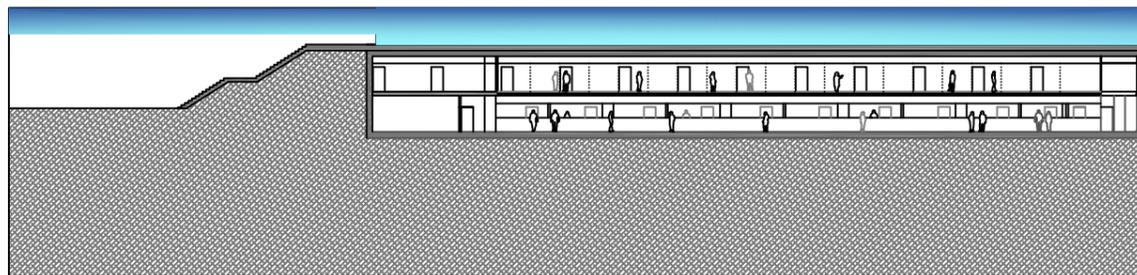
ALZADOS EXTERIORES



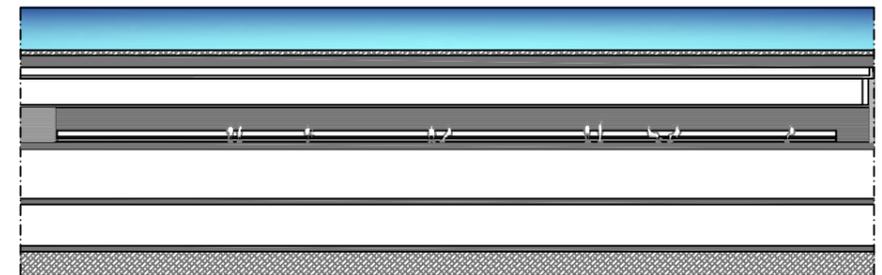
SECCION 7



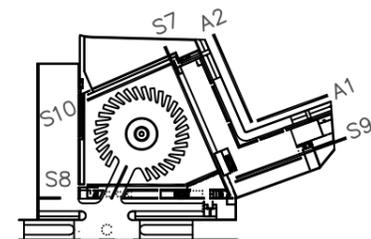
SECCION 8

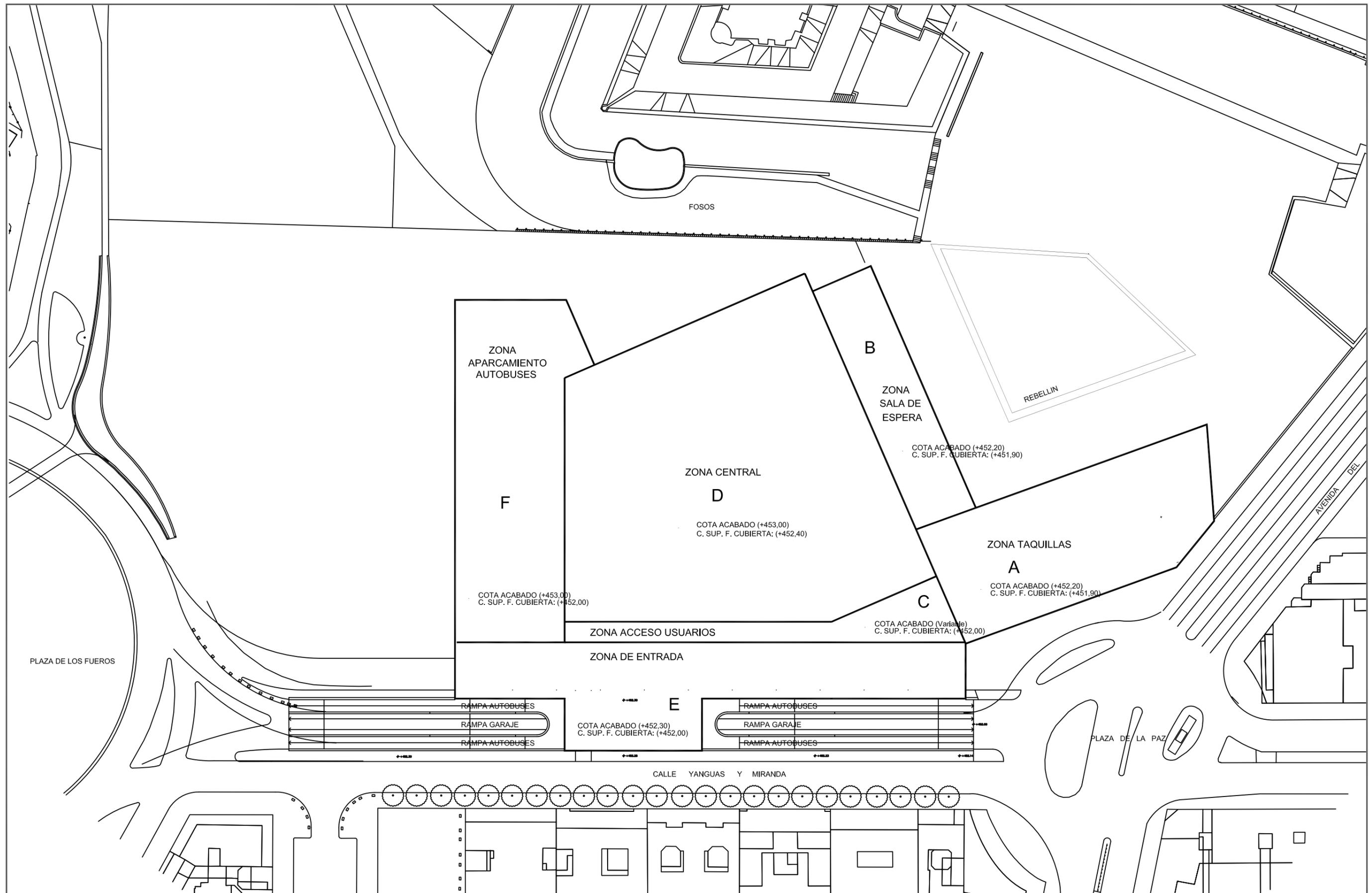


SECCION 9



SECCION 10





**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

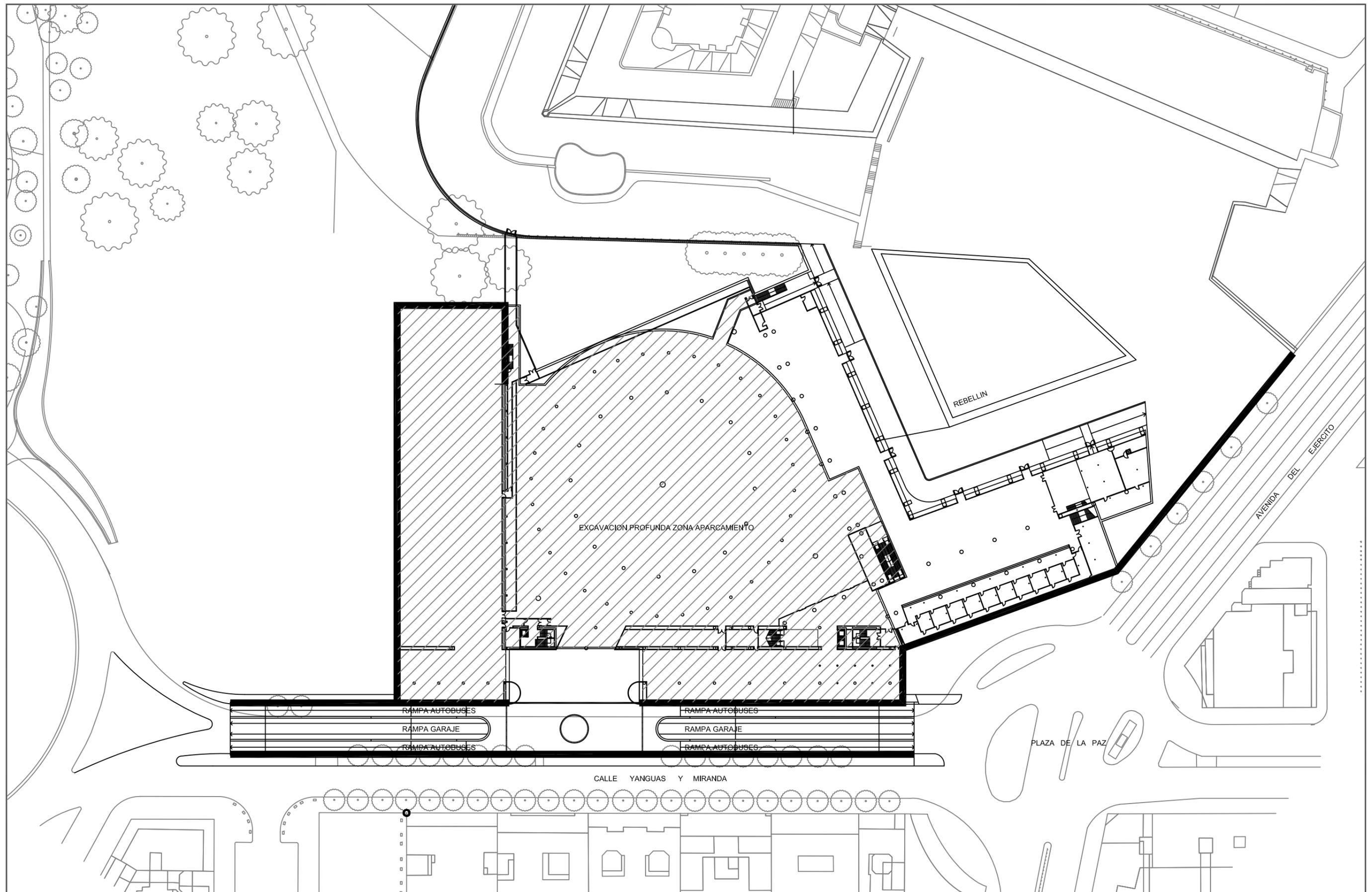
ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
**ZONIFICACIÓN ESTRUCTURAL**  
E: 1/1000

**A11**



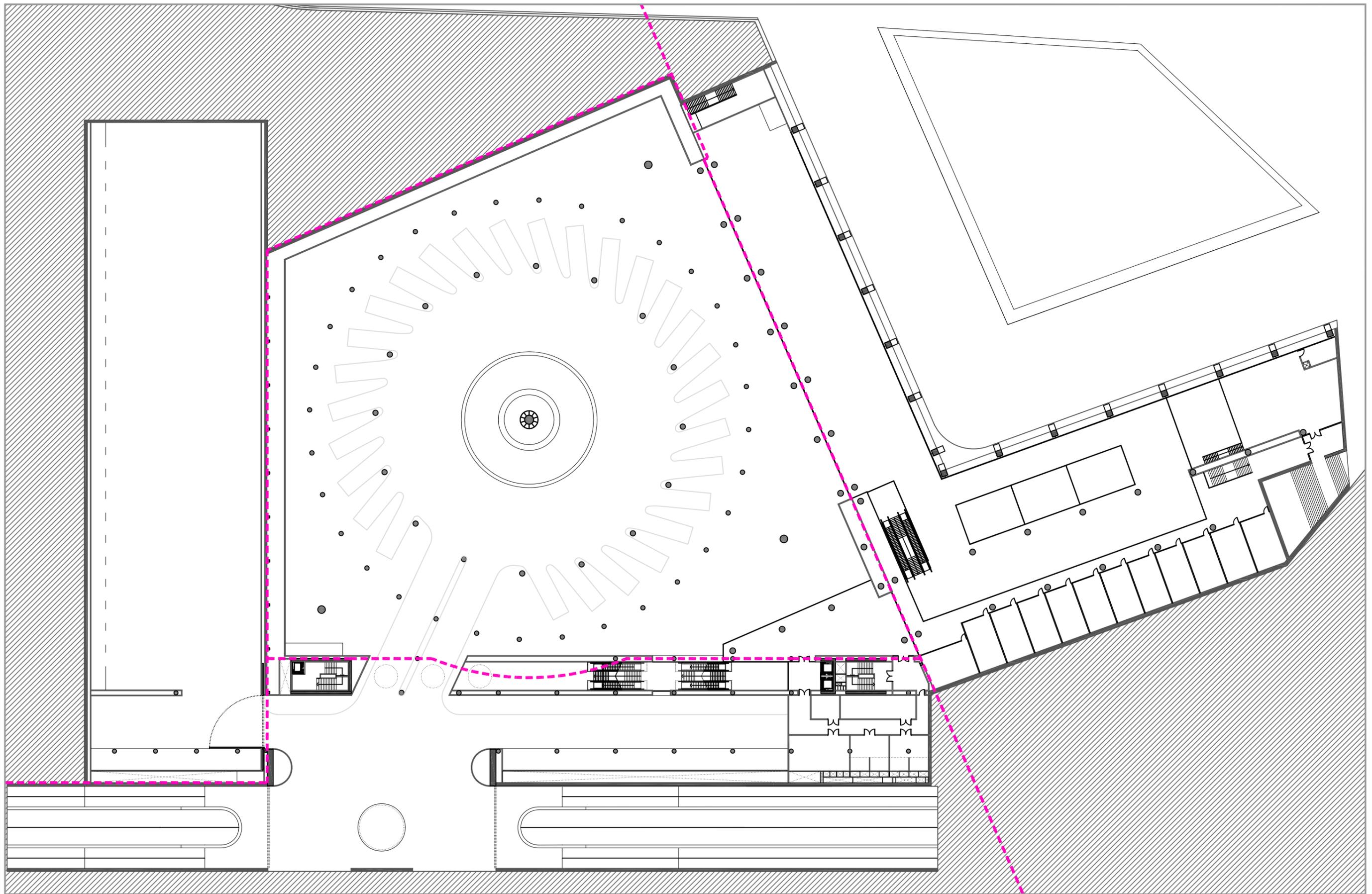
**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA**

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
**EXCAVACIÓN Y PANTALLAS**  
E:1/1000



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS

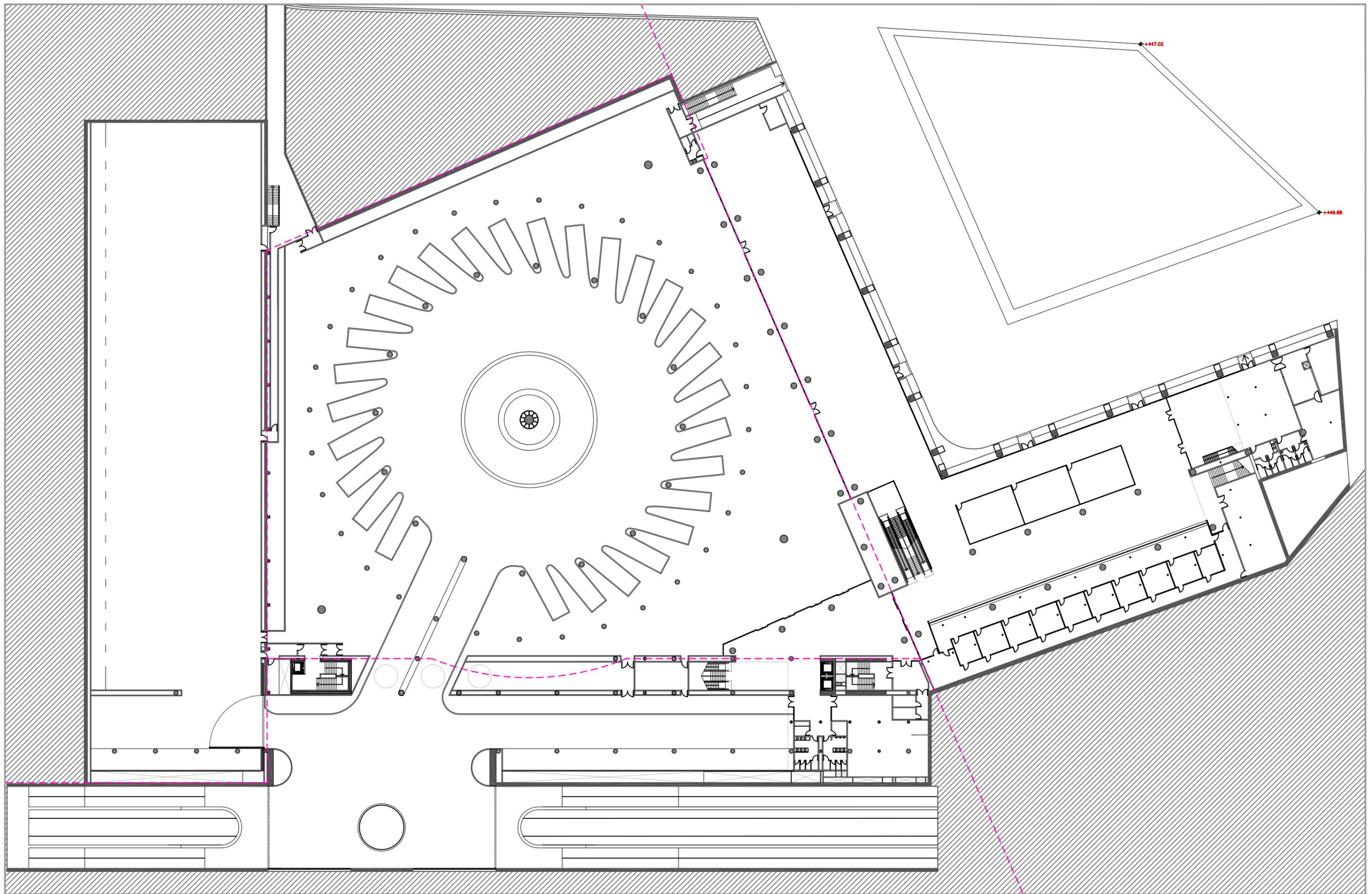
ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
DEFINICIÓN DE ZONA A. PLANTA - 1  
E: 1/600

A13



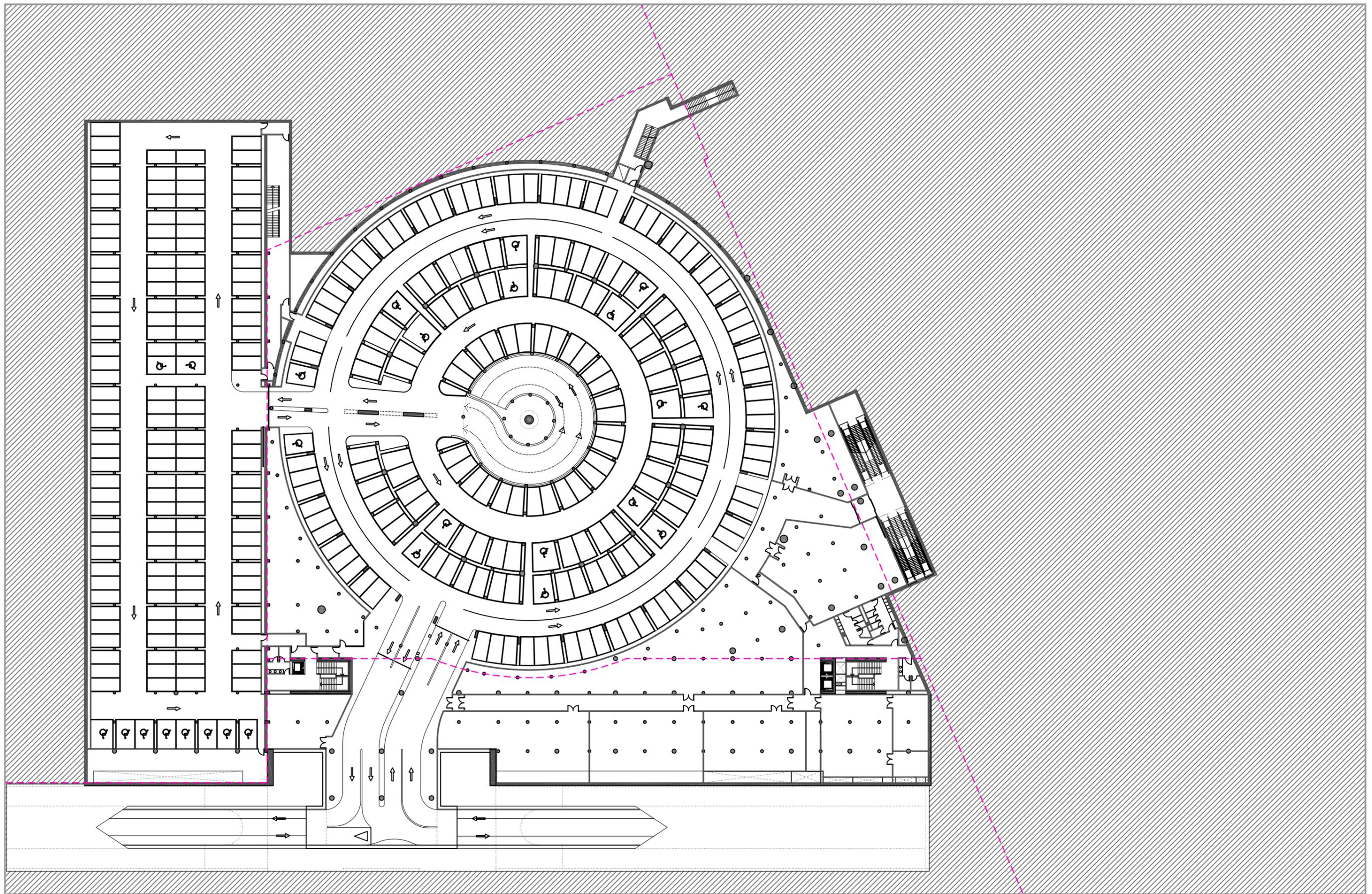
**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
**DEFINICIÓN DE ZONA A. PLANTA -2**  
E:1/600



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS

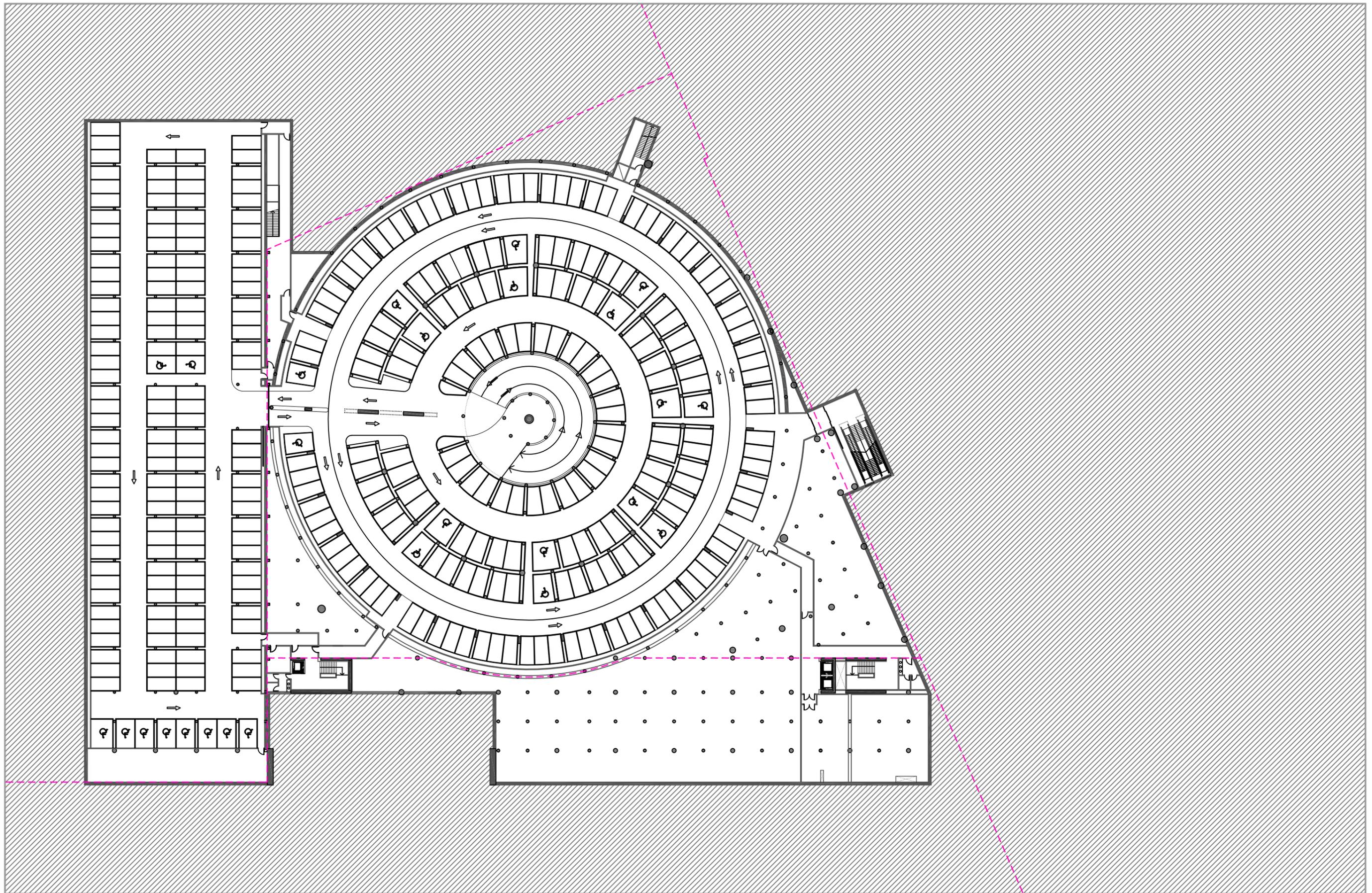
ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
DEFINICIÓN DE ZONA A. PLANTA -3  
E:1/600

A15



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS

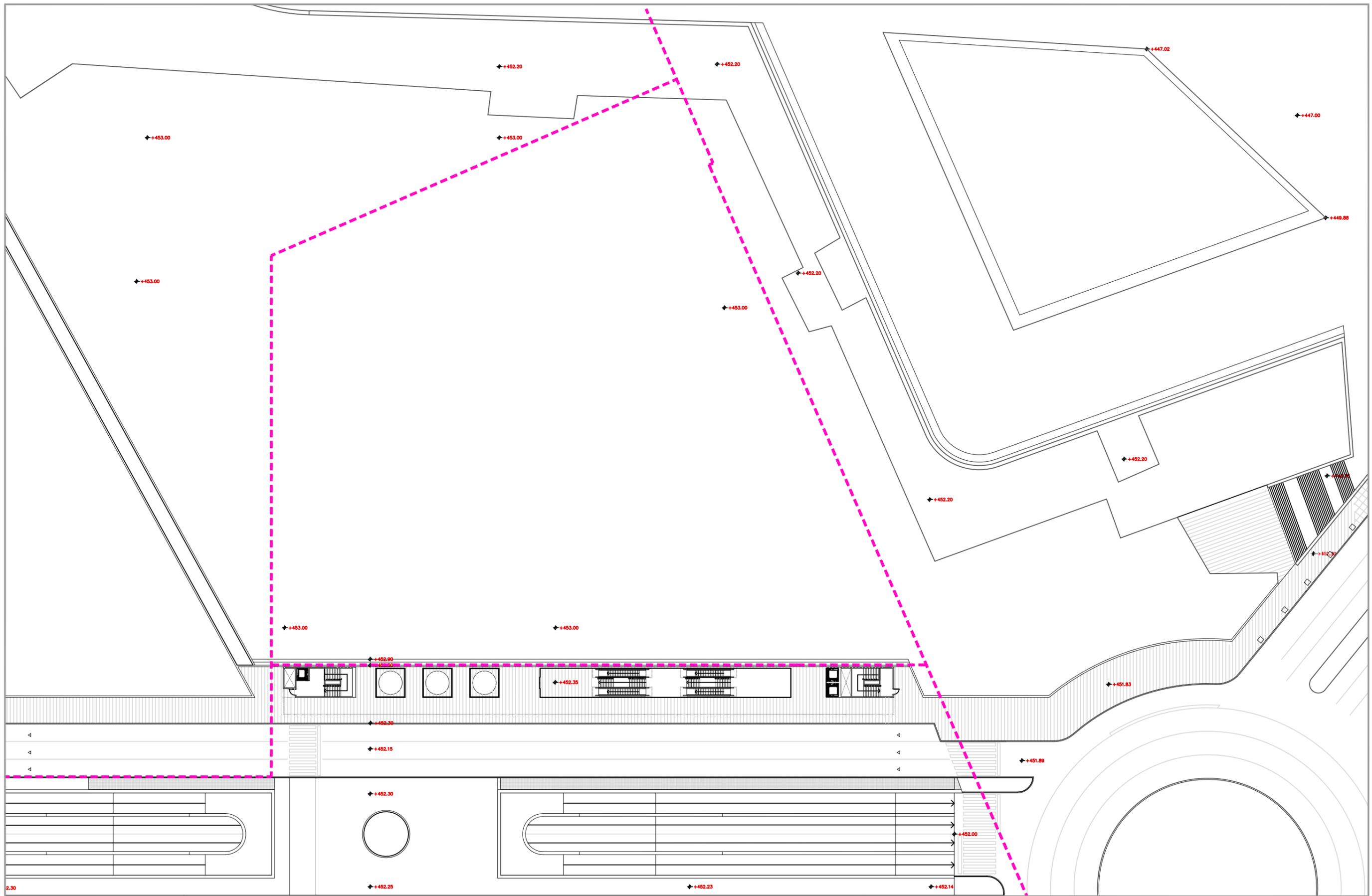
ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
DEFINICIÓN DE ZONA A. PLANTA -4  
E:1/600

A16



**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

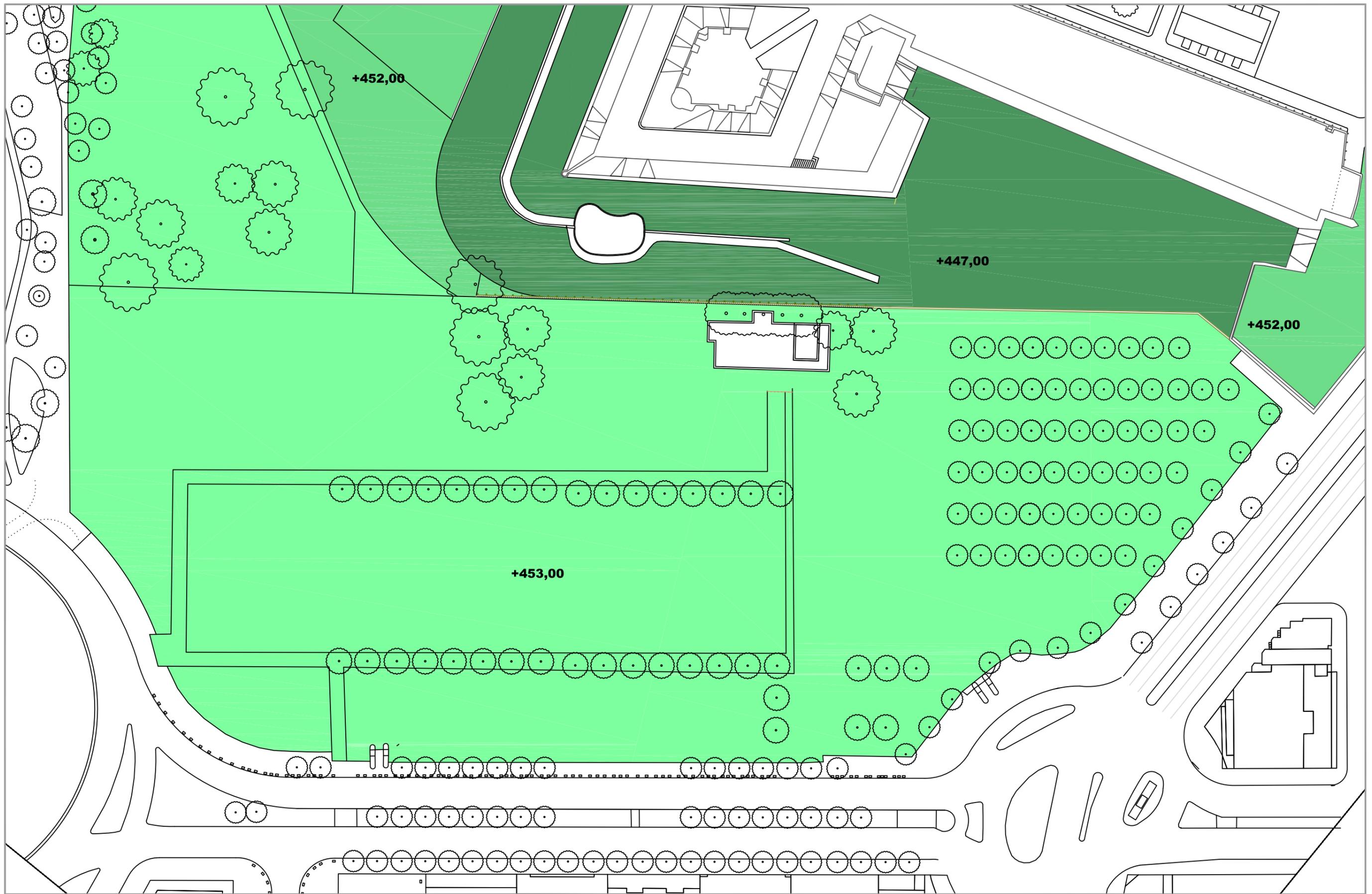
ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
**DEFINICIÓN DE ZONA A. PLANTA 0**  
E: 1/600

A17



**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
**TOPOGRAFÍA. ESTADO INICIAL**  
E:1/1000



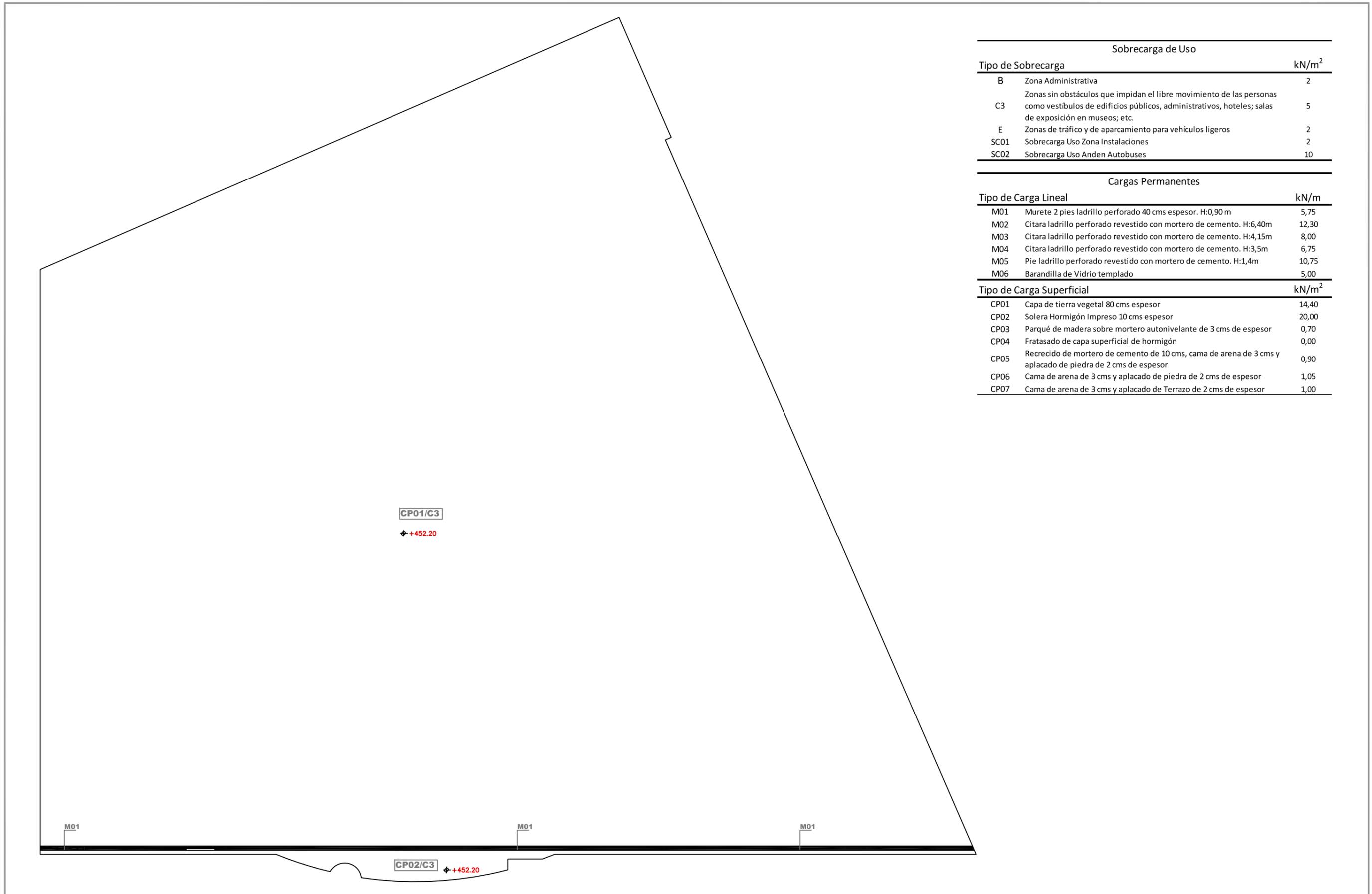
**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

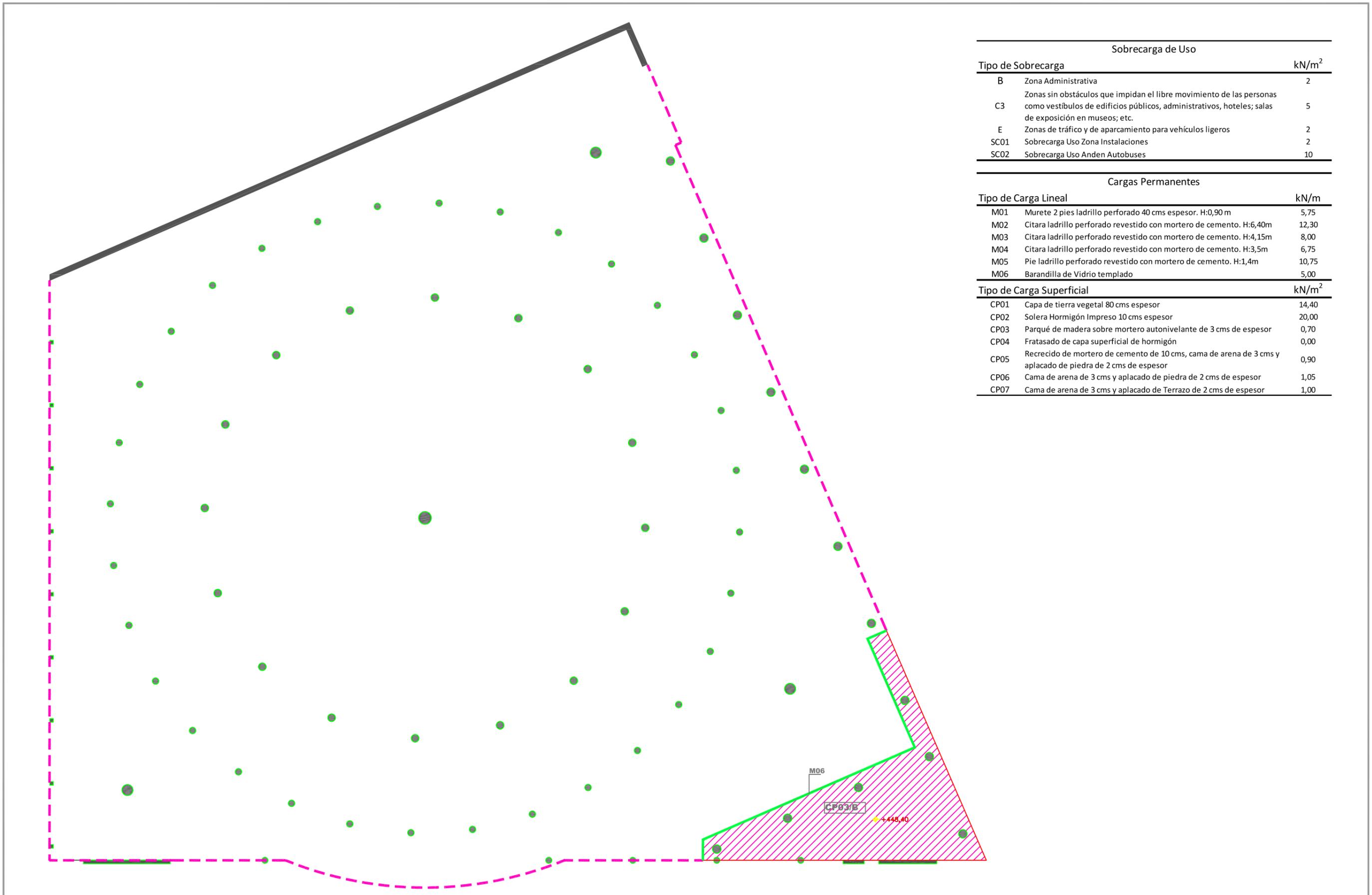
PLANO:  
**TOPOGRAFÍA. ESTADO FINAL**  
E: 1/1000



Sobrecarga de Uso		
Tipo de Sobrecarga		kN/m <sup>2</sup>
B	Zona Administrativa	2
C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros	2
SC01	Sobrecarga Uso Zona Instalaciones	2
SC02	Sobrecarga Uso Anden Autobuses	10

Cargas Permanentes		
Tipo de Carga Lineal		kN/m
M01	Murete 2 pies ladrillo perforado 40 cms espesor. H:0,90 m	5,75
M02	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:6,40m	12,30
M03	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:4,15m	8,00
M04	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:3,5m	6,75
M05	Pie ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:1,4m	10,75
M06	Barandilla de Vidrio templado	5,00

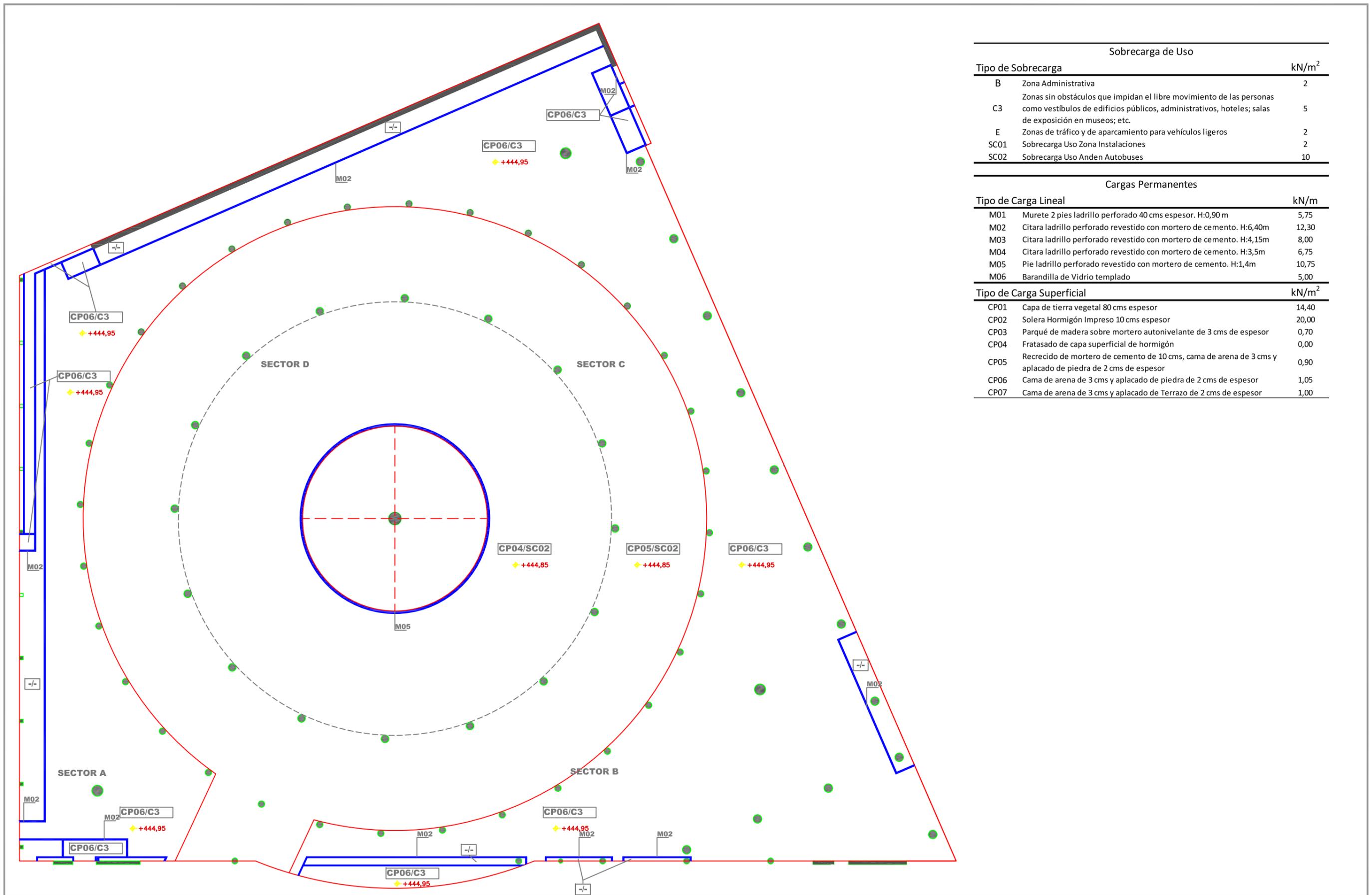
Tipo de Carga Superficial		
		kN/m <sup>2</sup>
CP01	Capa de tierra vegetal 80 cms espesor	14,40
CP02	Solera Hormigón Impreso 10 cms espesor	20,00
CP03	Parqué de madera sobre mortero autonivelante de 3 cms de espesor	0,70
CP04	Fratado de capa superficial de hormigón	0,00
CP05	Recrecido de mortero de cemento de 10 cms, cama de arena de 3 cms y aplacado de piedra de 2 cms de espesor	0,90
CP06	Cama de arena de 3 cms y aplacado de piedra de 2 cms de espesor	1,05
CP07	Cama de arena de 3 cms y aplacado de Terrazo de 2 cms de espesor	1,00



Sobrecarga de Uso		
Tipo de Sobrecarga		kN/m <sup>2</sup>
B	Zona Administrativa	2
C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros	2
SC01	Sobrecarga Uso Zona Instalaciones	2
SC02	Sobrecarga Uso Anden Autobuses	10

Cargas Permanentes		
Tipo de Carga Lineal		kN/m
M01	Murete 2 pies ladrillo perforado 40 cms espesor. H:0,90 m	5,75
M02	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:6,40m	12,30
M03	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:4,15m	8,00
M04	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:3,5m	6,75
M05	Pie ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:1,4m	10,75
M06	Barandilla de Vidrio templado	5,00

Tipo de Carga Superficial		
		kN/m <sup>2</sup>
CP01	Capa de tierra vegetal 80 cms espesor	14,40
CP02	Solera Hormigón Impreso 10 cms espesor	20,00
CP03	Parqué de madera sobre mortero autonivelante de 3 cms de espesor	0,70
CP04	Fratasado de capa superficial de hormigón	0,00
CP05	Recrecido de mortero de cemento de 10 cms, cama de arena de 3 cms y aplacado de piedra de 2 cms de espesor	0,90
CP06	Cama de arena de 3 cms y aplacado de piedra de 2 cms de espesor	1,05
CP07	Cama de arena de 3 cms y aplacado de Terrazo de 2 cms de espesor	1,00



Sobrecarga de Uso		
Tipo de Sobrecarga		kN/m <sup>2</sup>
B	Zona Administrativa	2
C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros	2
SC01	Sobrecarga Uso Zona Instalaciones	2
SC02	Sobrecarga Uso Anden Autobuses	10

Cargas Permanentes		
Tipo de Carga Lineal		kN/m
M01	Murete 2 pies ladrillo perforado 40 cms espesor. H:0,90 m	5,75
M02	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:6,40m	12,30
M03	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:4,15m	8,00
M04	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:3,5m	6,75
M05	Pie ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:1,4m	10,75
M06	Barandilla de Vidrio templado	5,00

Tipo de Carga Superficial		
		kN/m <sup>2</sup>
CP01	Capa de tierra vegetal 80 cms espesor	14,40
CP02	Solera Hormigón Impreso 10 cms espesor	20,00
CP03	Parqué de madera sobre mortero autonivelante de 3 cms de espesor	0,70
CP04	Fratasado de capa superficial de hormigón	0,00
CP05	Recrecio de mortero de cemento de 10 cms, cama de arena de 3 cms y aplacado de piedra de 2 cms de espesor	0,90
CP06	Cama de arena de 3 cms y aplacado de piedra de 2 cms de espesor	1,05
CP07	Cama de arena de 3 cms y aplacado de Terrazo de 2 cms de espesor	1,00

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSSES INTERURBANOS**

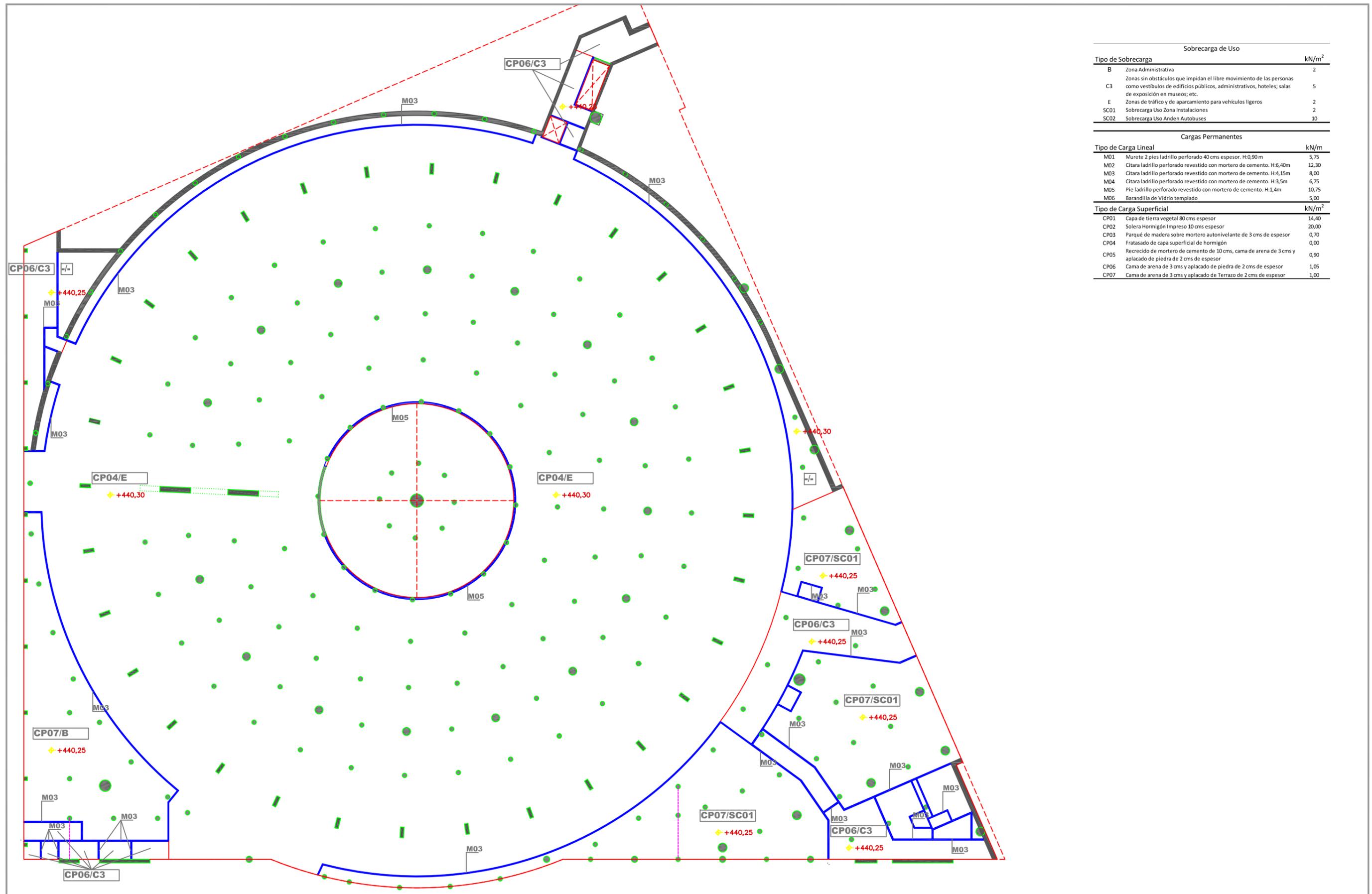
ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
**CARGAS. PLANTA -2. COTA +445,00**  
E: 1/400

**A22**



Sobrecarga de Uso		
Tipo de Sobrecarga		kN/m <sup>2</sup>
B	Zona Administrativa	2
C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros	2
SC01	Sobrecarga Uso Zona Instalaciones	2
SC02	Sobrecarga Uso Andén Autobuses	10

Cargas Permanentes		
Tipo de Carga Lineal		kN/m
M01	Murete 2 pies ladrillo perforado 40 cms espesor. H:0,90m	5,75
M02	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:6,40m	12,30
M03	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:4,15m	8,00
M04	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:3,5m	6,75
M05	Pie ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:1,4m	10,75
M06	Barandilla de Vidrio templado	5,00

Tipo de Carga Superficial		
		kN/m <sup>2</sup>
CP01	Capa de tierra vegetal 80 cms espesor	14,40
CP02	Solera Hormigón Impreso 10 cms espesor	20,00
CP03	Parqué de madera sobre mortero autonivelante de 3 cms de espesor	0,70
CP04	Fratasado de capa superficial de hormigón	0,00
CP05	Recrido de mortero de cemento de 10 cms, cama de arena de 3 cms y aplacado de piedra de 2 cms de espesor	0,90
CP06	Cama de arena de 3 cms y aplacado de piedra de 2 cms de espesor	1,05
CP07	Cama de arena de 3 cms y aplacado de Terrazo de 2 cms de espesor	1,00

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSSES INTERURBANOS**

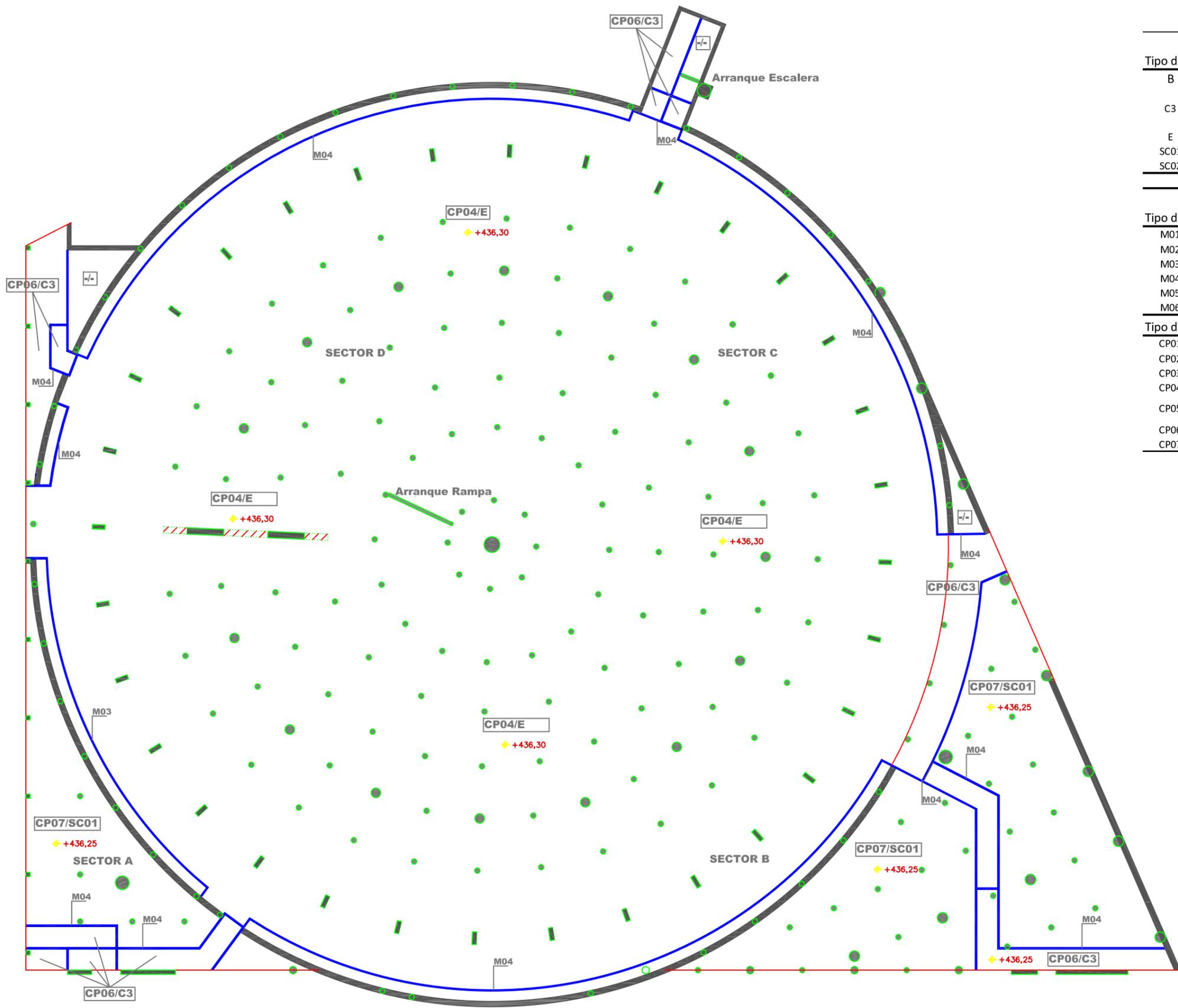
ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
**CARGAS. PLANTA -3. COTA +440,30**  
E: 1/400

A23



Sobrecarga de Uso		
Tipo de Sobrecarga		kN/m <sup>2</sup>
B	Zona Administrativa	2
C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros	2
SC01	Sobrecarga Uso Zona Instalaciones	2
SC02	Sobrecarga Uso Anden Autobuses	10

Cargas Permanentes		
Tipo de Carga Lineal		kN/m
M01	Murete 2 pies ladrillo perforado 40 cms espesor. H:0,90 m	5,75
M02	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:6,40m	12,30
M03	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:4,15m	8,00
M04	Citara ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:3,5m	6,75
M05	Pie ladrillo perforado revestido con mortero de cemento. H:1,4m	10,75
M06	Barandilla de Vidrio templado	5,00

Tipo de Carga Superficial		
		kN/m <sup>2</sup>
CP01	Capa de tierra vegetal 80 cms espesor	14,40
CP02	Solera Hormigón Impreso 10 cms espesor	20,00
CP03	Parqué de madera sobre mortero autonivelante de 3 cms de espesor	0,70
CP04	Fratasado de capa superficial de hormigón	0,00
CP05	Recrecio de mortero de cemento de 10 cms, cama de arena de 3 cms y aplacado de piedra de 2 cms de espesor	0,90
CP06	Cama de arena de 3 cms y aplacado de piedra de 2 cms de espesor	1,05
CP07	Cama de arena de 3 cms y aplacado de Terrazo de 2 cms de espesor	1,00

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSSES INTERURBANOS**

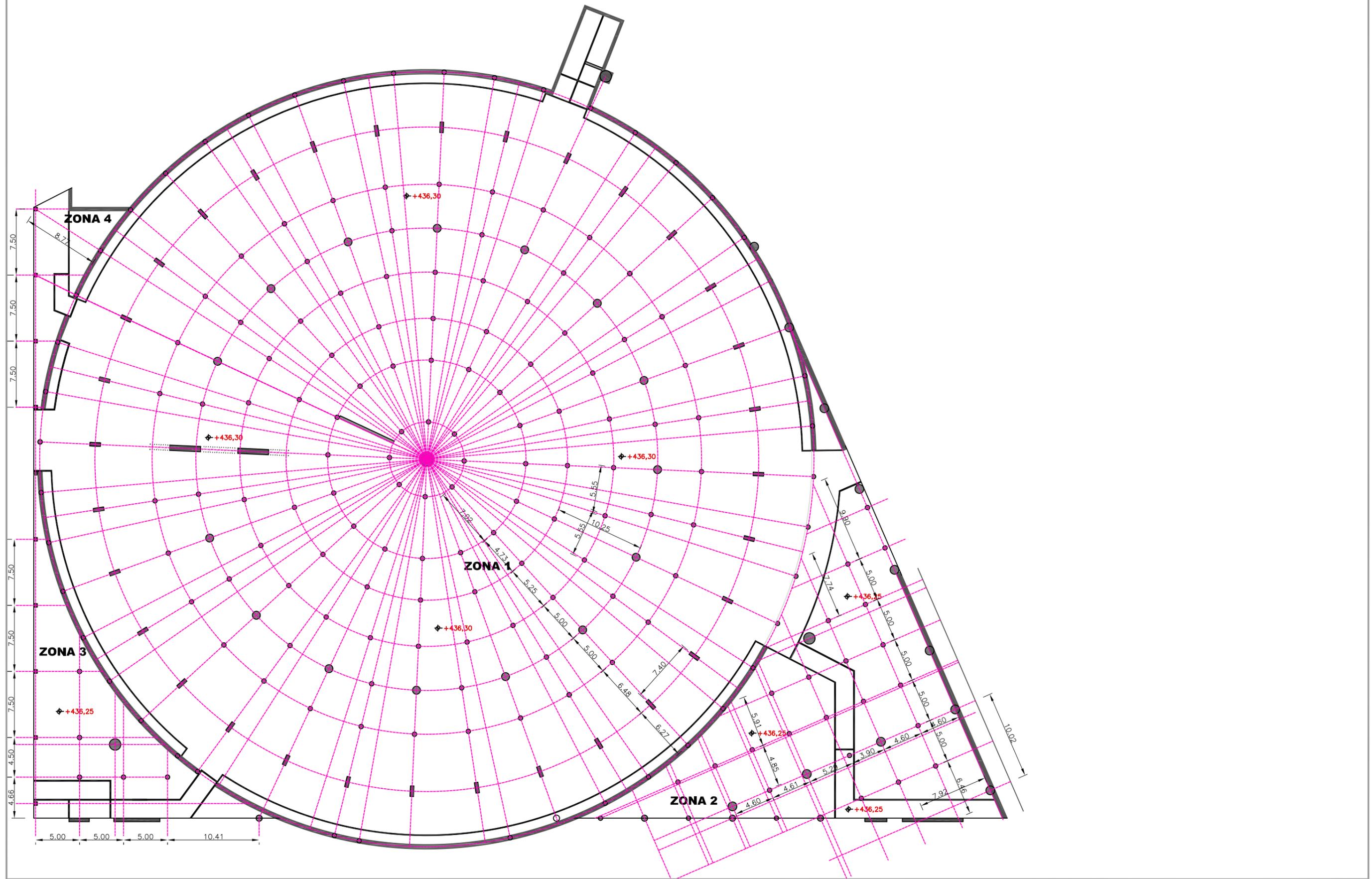
ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSSES PAMPLONA

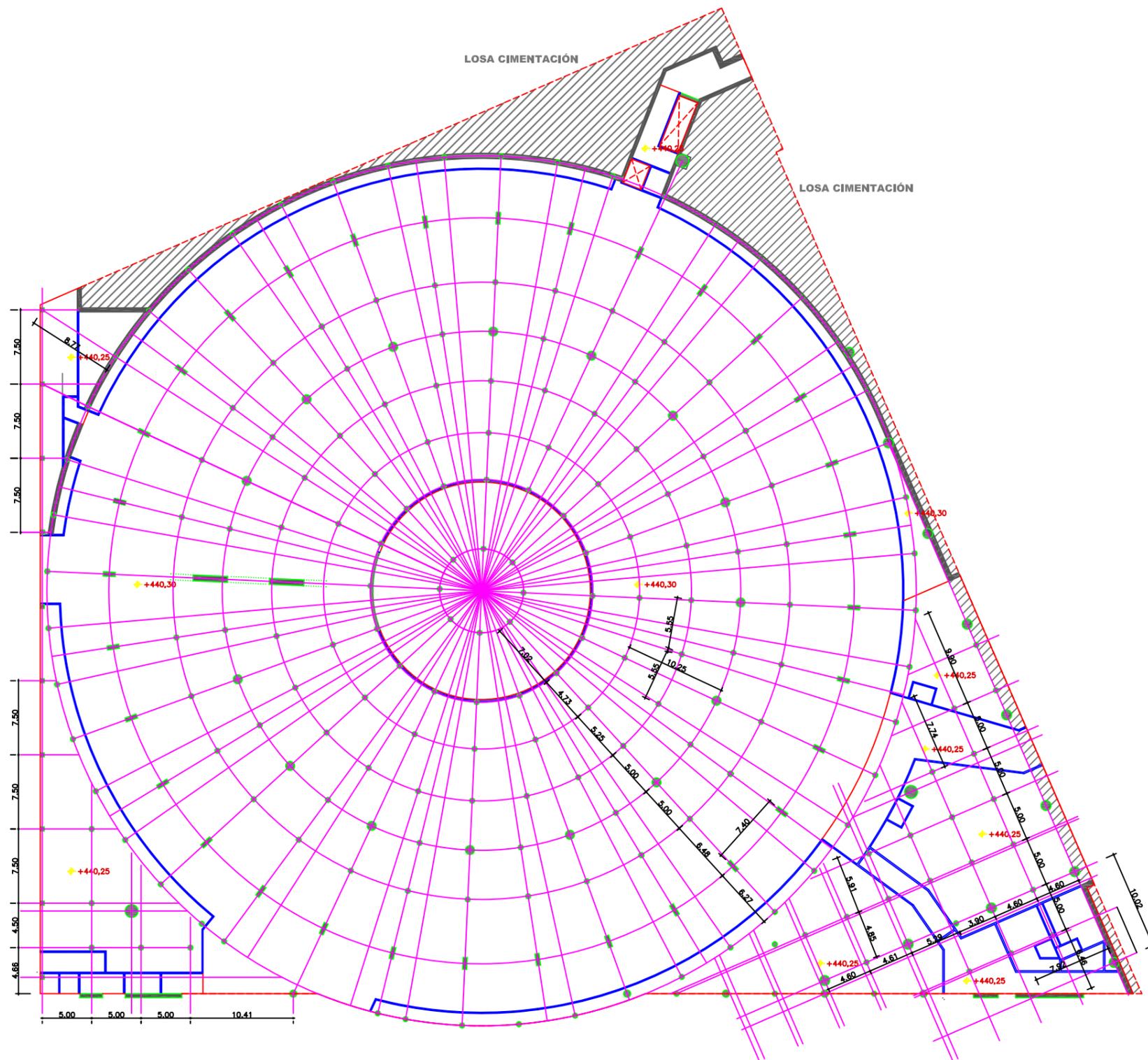
ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

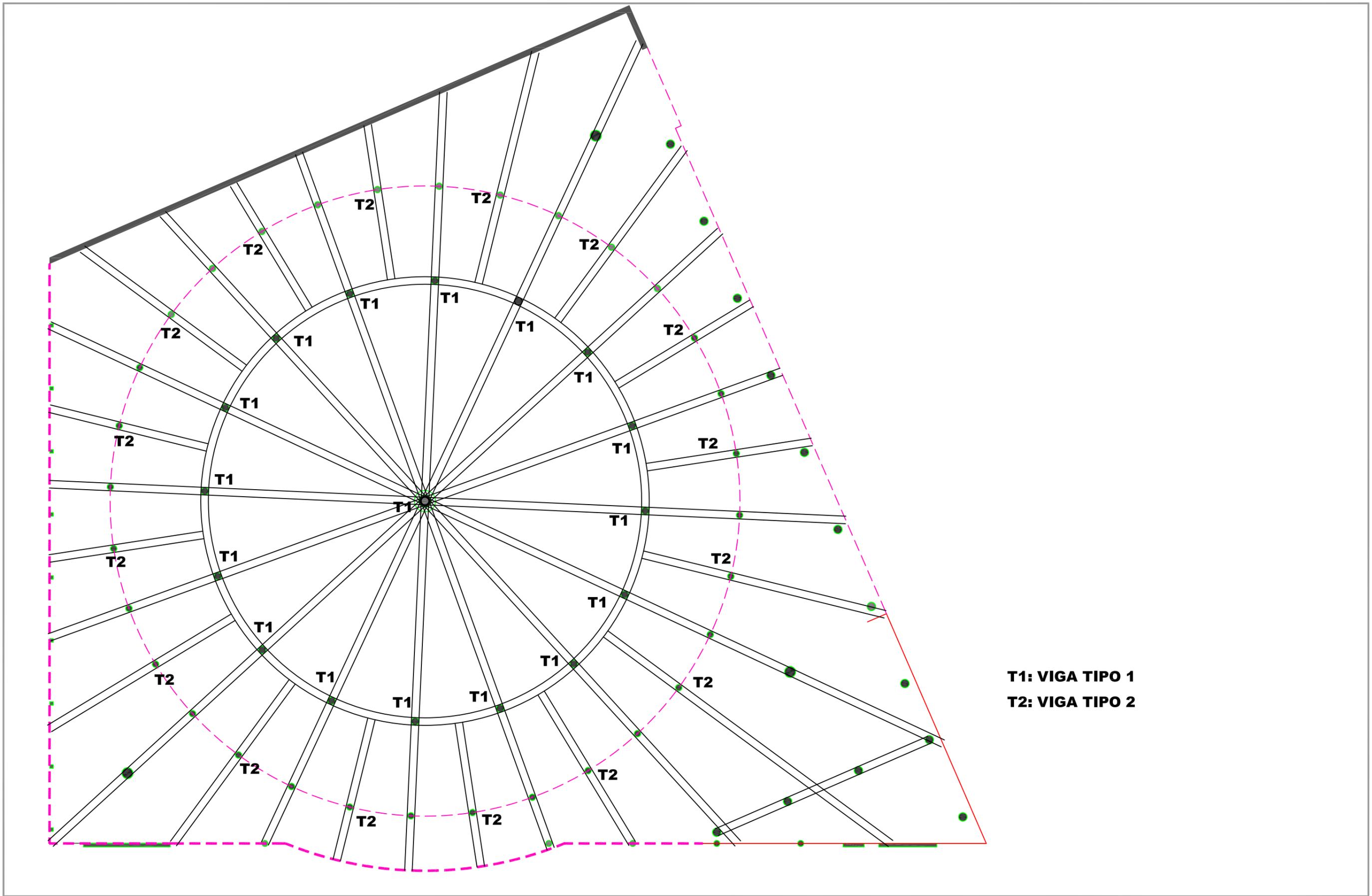
PLANO:  
**CARGAS. PLANTA -4. COTA +436,30**  
E:1/400

**A24**

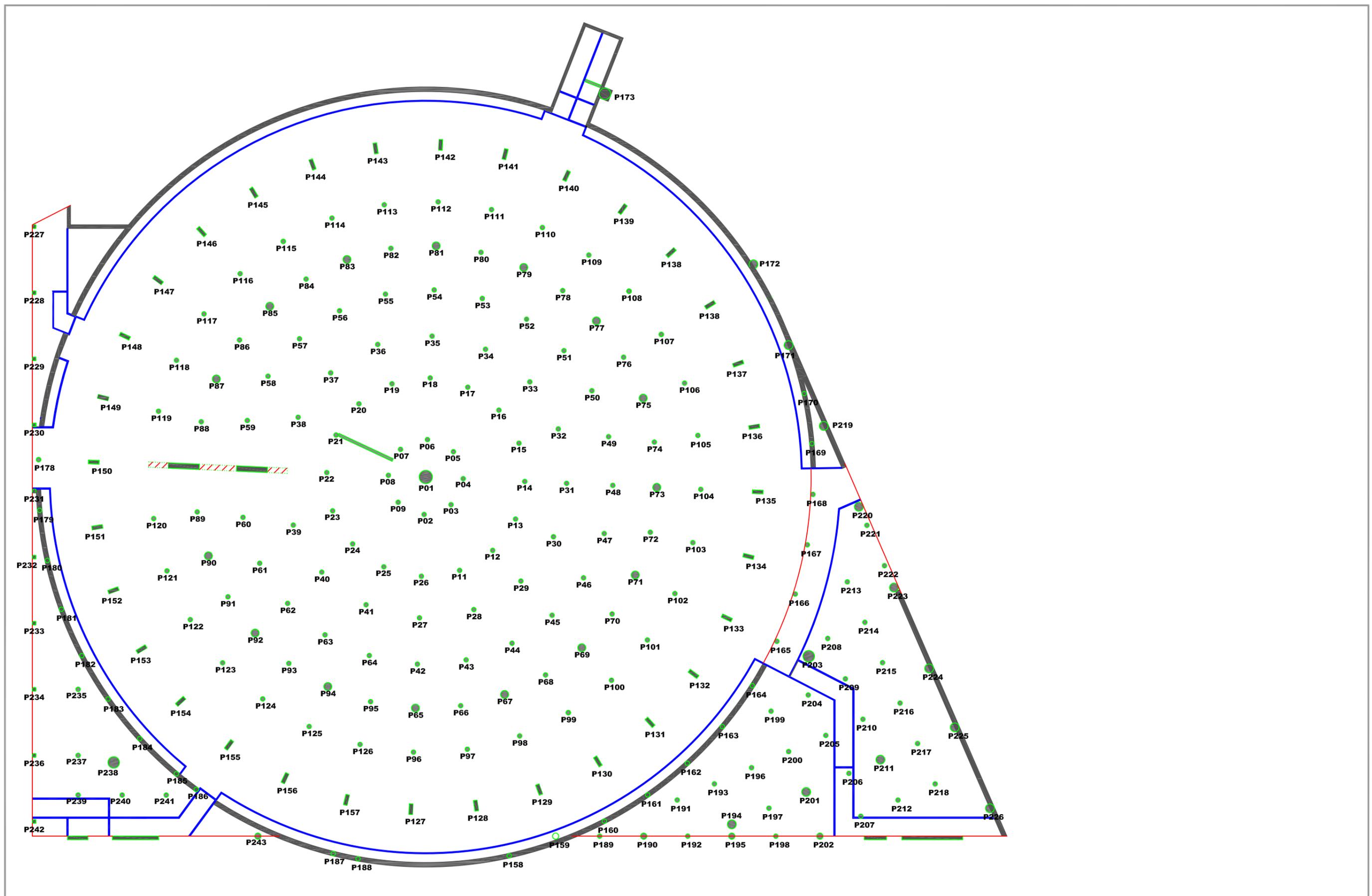








**T1: VIGA TIPO 1**  
**T2: VIGA TIPO 2**



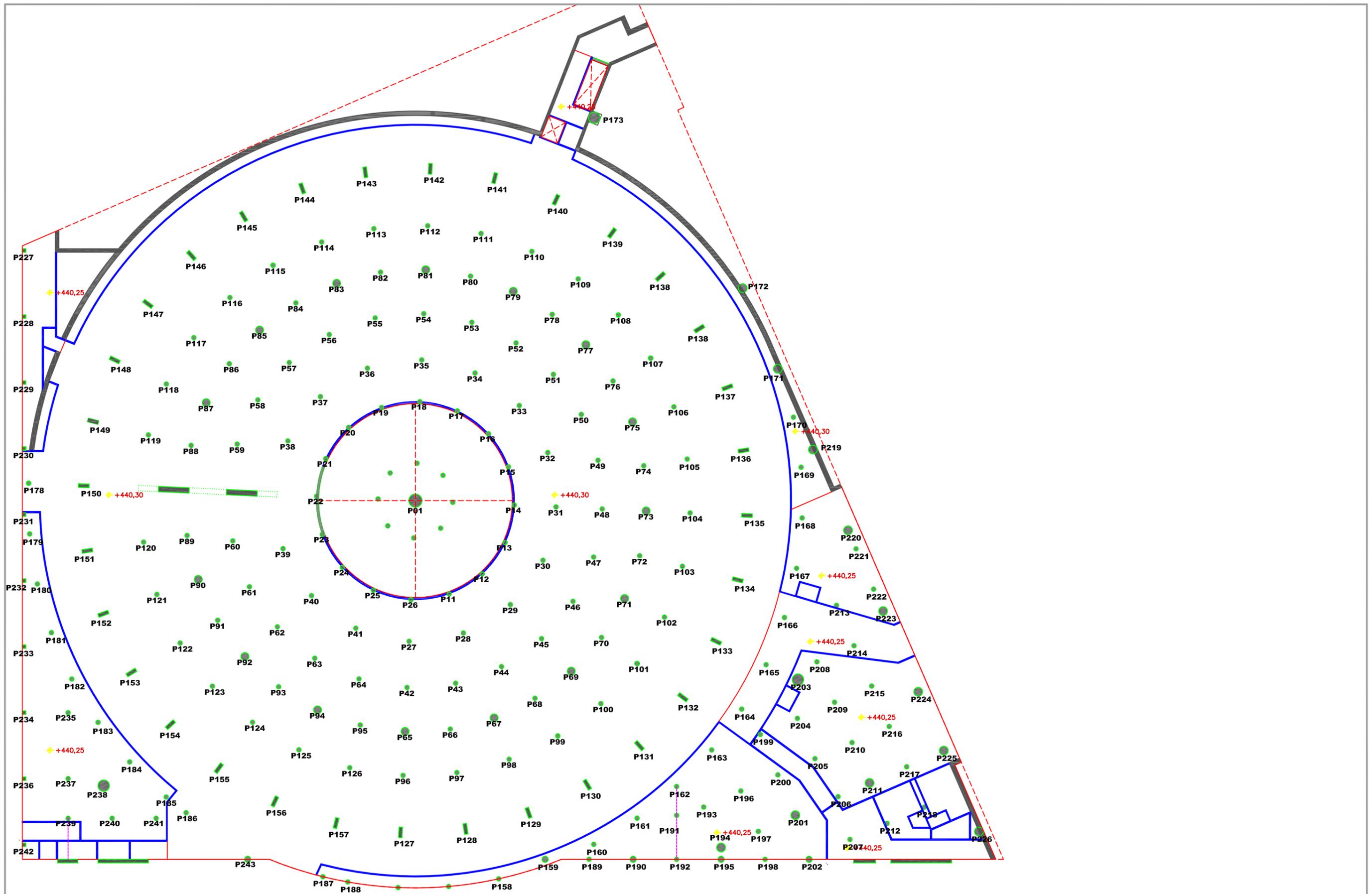
**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
**NUMERACION DE PILARES. PLANTAS -4**  
E: 1/400



**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

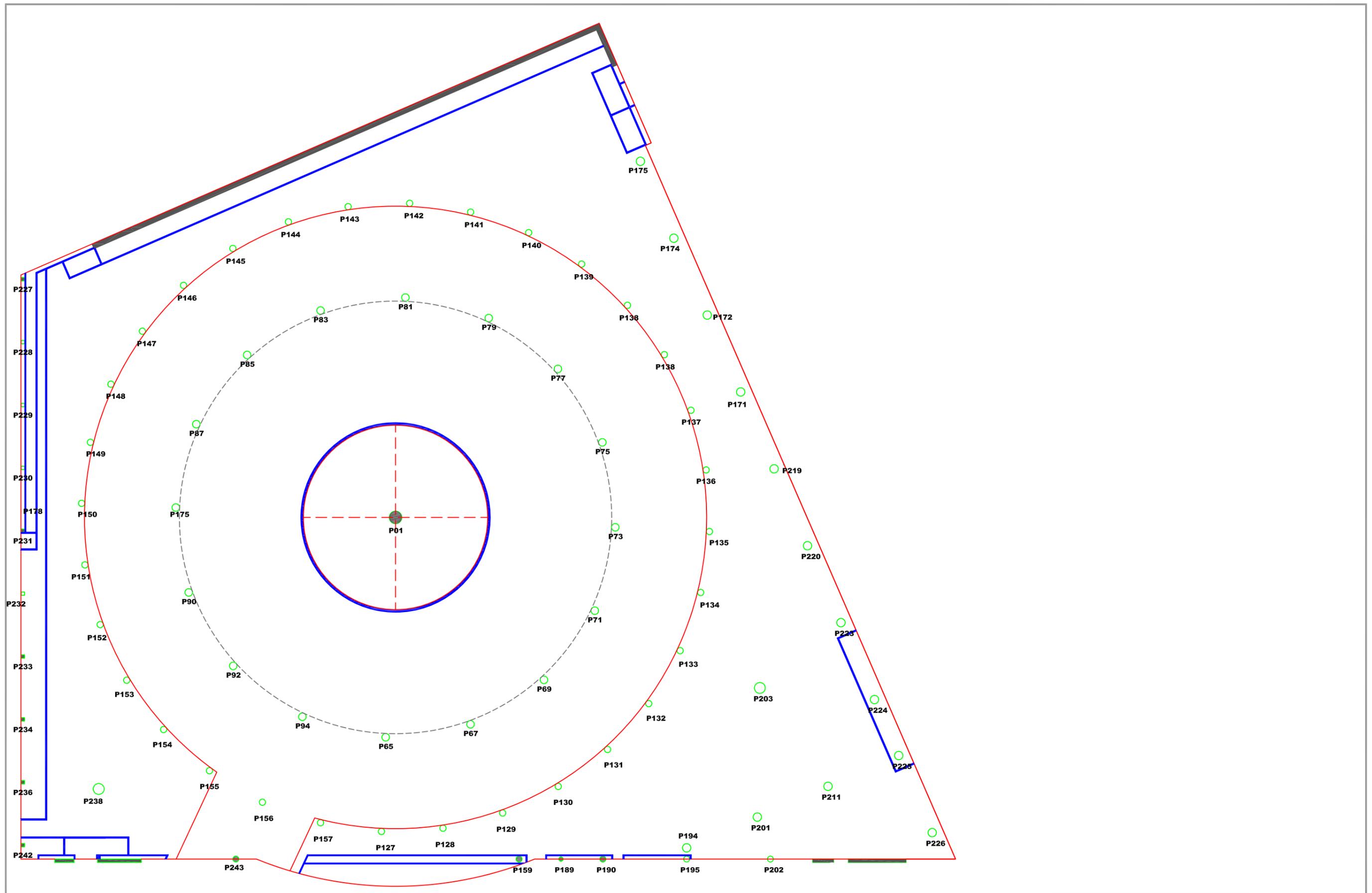
ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
**NUMERACION DE PILARES. PLANTA -3**  
E:1/400

A30



**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTACIÓN DE AUTOBUSES INTERURBANOS**

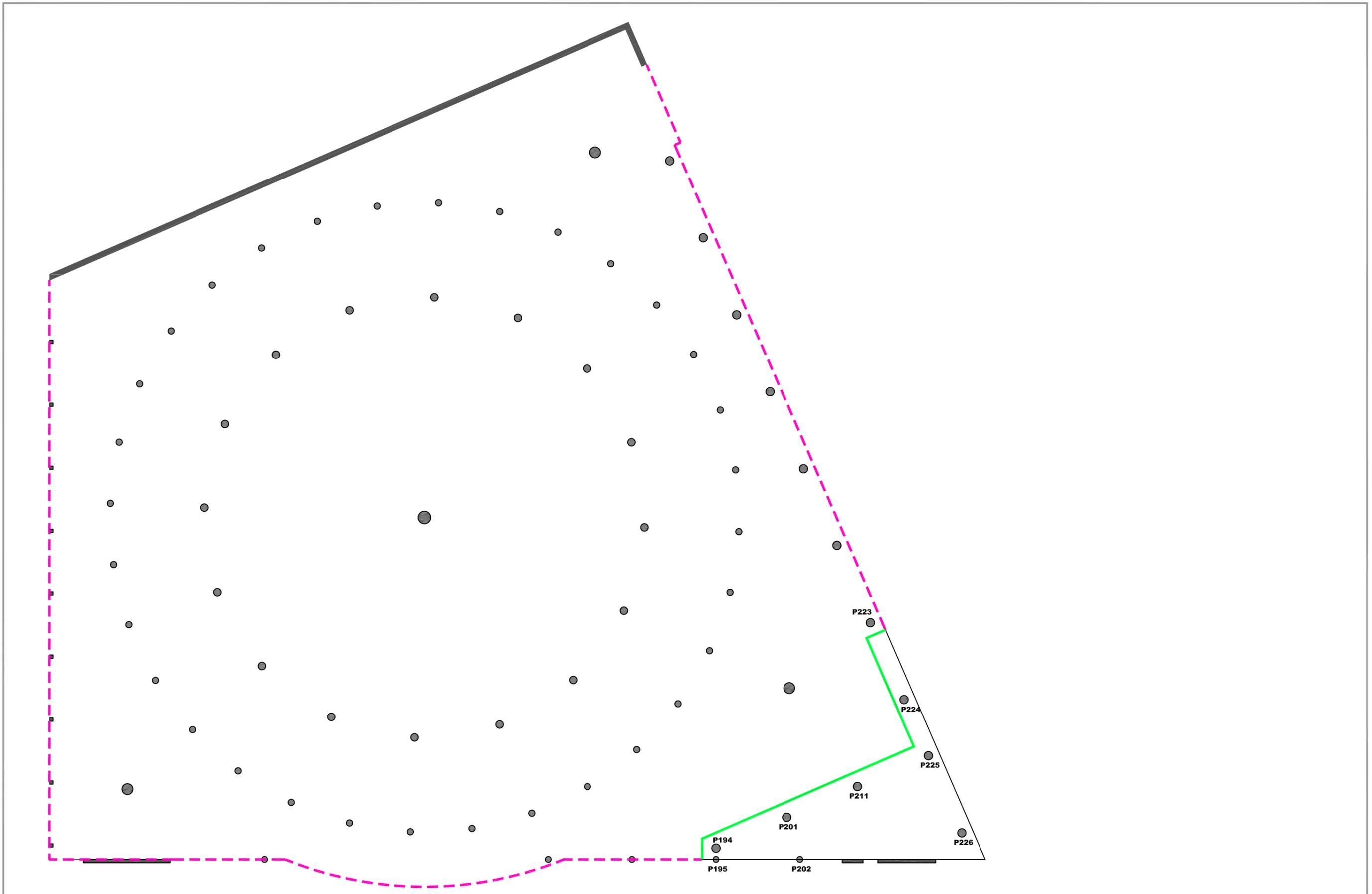
ANÁLISIS ESTRUCTURAL ESTACIÓN DE AUTOBUSES PAMPLONA

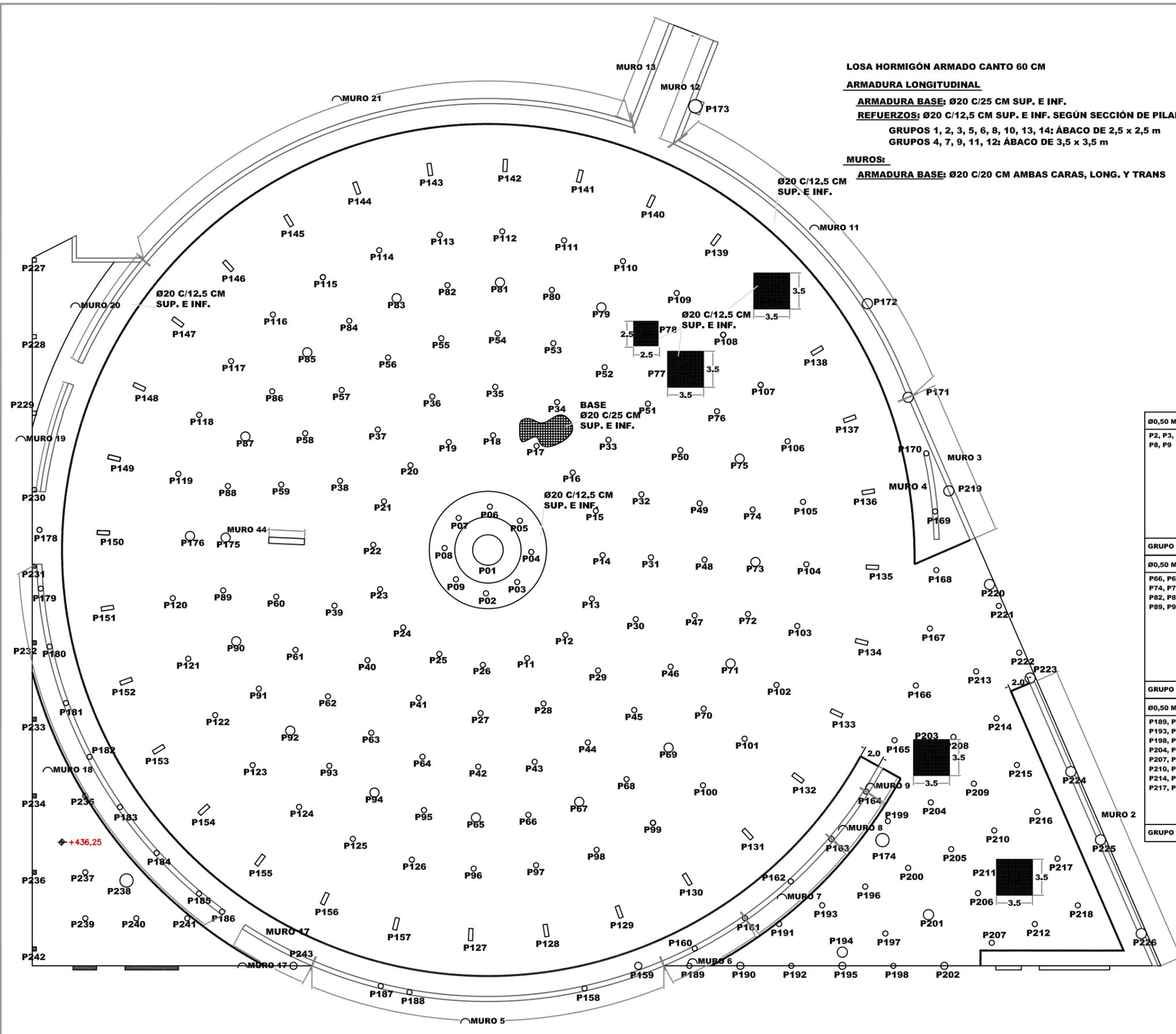
ADRIÁN IGNACIO CUBERO RIVERA

TRABAJO FIN DE GRADO. JULIO/16  
DPTO. CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS I

PLANO:  
**NUMERACION DE PILARES. PLANTA -2**  
E: 1/400

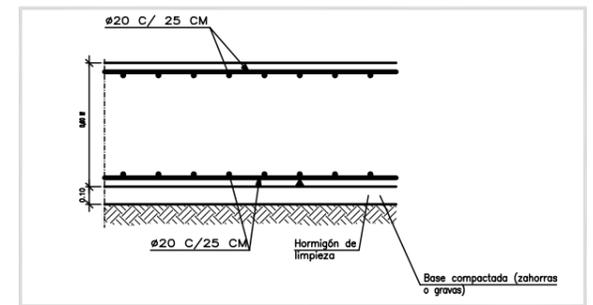
A31



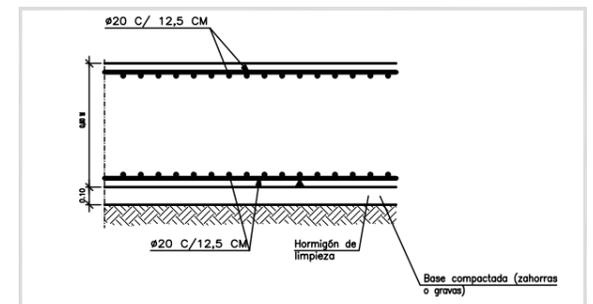


**LOSA HORMIGÓN ARMADO CANTO 60 CM**  
**ARMADURA LONGITUDINAL**  
**ARMADURA BASE: Ø20 C/25 CM SUP. E INF.**  
**REFUERZOS: Ø20 C/12,5 CM SUP. E INF. SEGÚN SECCIÓN DE PILAR:**  
**GRUPOS 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 13, 14: ÁBACO DE 2,5 x 2,5 m**  
**GRUPOS 4, 7, 9, 11, 12: ÁBACO DE 3,5 x 3,5 m**

**MUROS:**  
**ARMADURA BASE: Ø20 C/20 CM AMBAS CARAS, LONG. Y TRANS**  
**Ø20 C/12,5 CM SUP. E INF.**

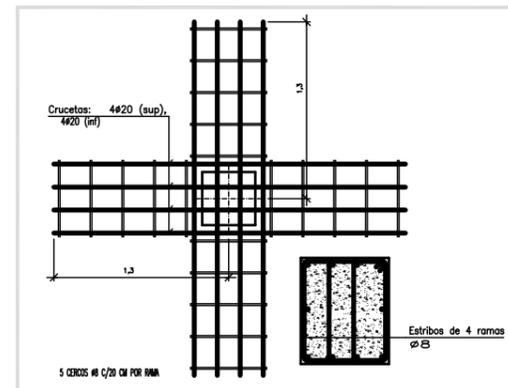
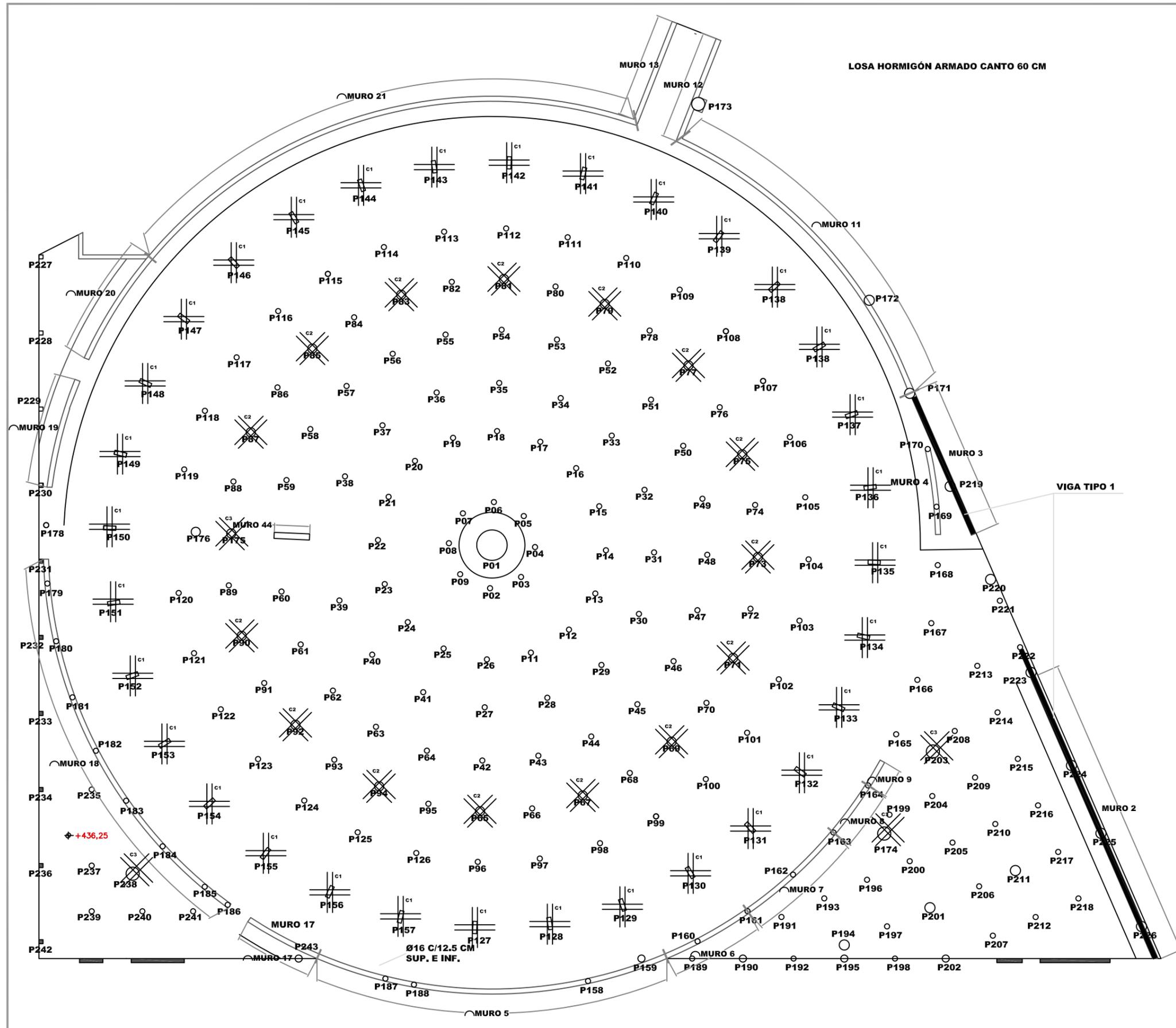


**ARMADURA BASE**

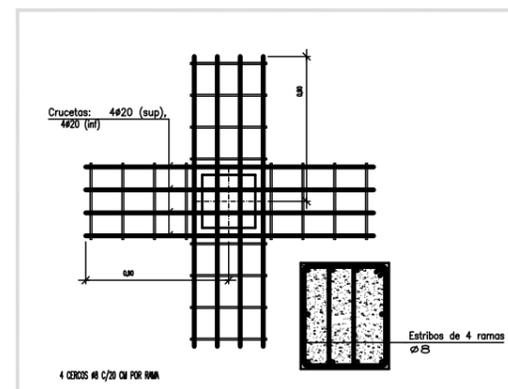


**ARMADURA REFUERZO**

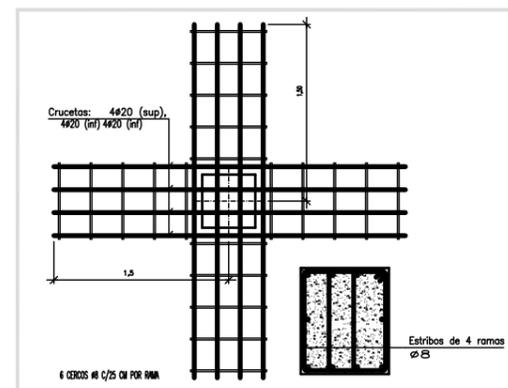
Ø0,50 M	Ø0,50 M	Ø0,50 M	Ø0,50 M	Ø0,90 M
P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9	P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26	P27, P28, P29, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41	P42, P43, P44, P45, P46, P47, P48, P49, P50, P51, P52, P53, P54, P55, P56, P57, P58, P59, P60, P61, P62, P63, P64	P65, P67, P69, P71, P73, P75, P77, P79, P81, P83, P85, P87, P90, P92, P94
<b>GRUPO 0</b>	<b>GRUPO 1</b>	<b>GRUPO 2</b>	<b>GRUPO 3</b>	<b>GRUPO 4</b>
Ø0,50 M	Ø0,50 M	1,2 X 0,50 M	Ø0,50 M	Ø0,70 M
P66, P68, P70, P72, P74, P76, P78, P80, P82, P84, P86, P88, P89, P91, P93, P95,	P96, P97, P98, P99, P100, P101, P102, P103, P104, P105, P106, P107, P108, P109, P110, P111, P112, P113, P114, P115, P116, P117, P118, P119, P120, P121, P122, P123, P124, P125, P126	P127, P128, P129, P130, P131, P132, P133, P134, P135, P136, P137, P138, P139, P140, P141, P142, P143, P144, P145, P146, P147, P148, P149, P150, P151, P152, P153, P154, P155, P156, P157	P158, P160, P161, P162, P163, P164, P165, P166, P167, P168, P169, P170, P178, P179, P180, P181, P182, P183, P184, P185, P186, P187, P188	P159, P190, P195, P202, P243
<b>GRUPO 5</b>	<b>GRUPO 6</b>	<b>GRUPO 7</b>	<b>GRUPO 8</b>	<b>GRUPO 9</b>
Ø0,50 M	Ø1,00 M	Ø1,30 M	Ø0,50 M	0,40 x 0,40 M
P189, P191, P192, P193, P196, P197, P198, P199, P200, P204, P205, P206, P207, P208, P209, P210, P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P221,	P171, P172, P194, P201, P211, P219, P223, P224, P225, P226, P225, P226,	P173, P174, P203, P238	P235, P237, P239, P240, P241, P242	P227, P228, P229, P230, P231, P232, P233, P234, P236,
<b>GRUPO 10</b>	<b>GRUPO 11</b>	<b>GRUPO 12</b>	<b>GRUPO 13</b>	<b>GRUPO 14</b>



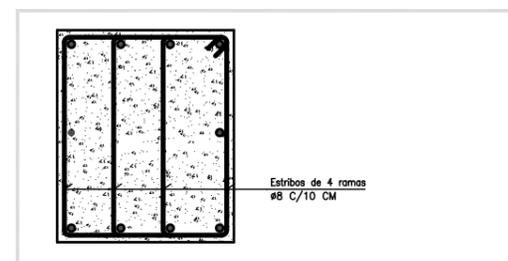
CRUCETA TIPO 1



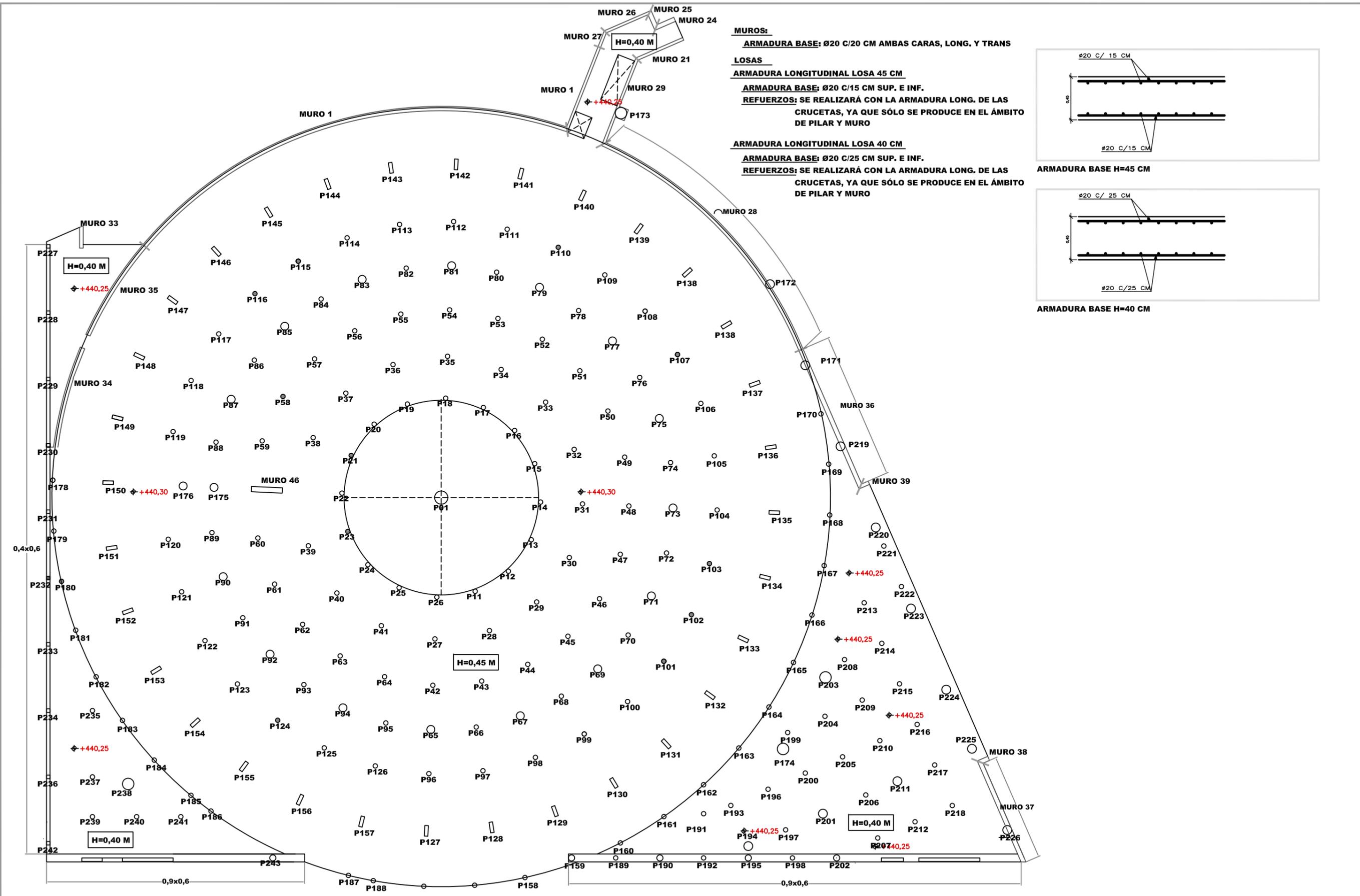
CRUCETA TIPO 2

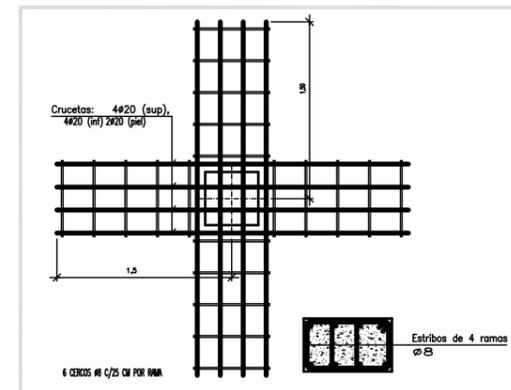
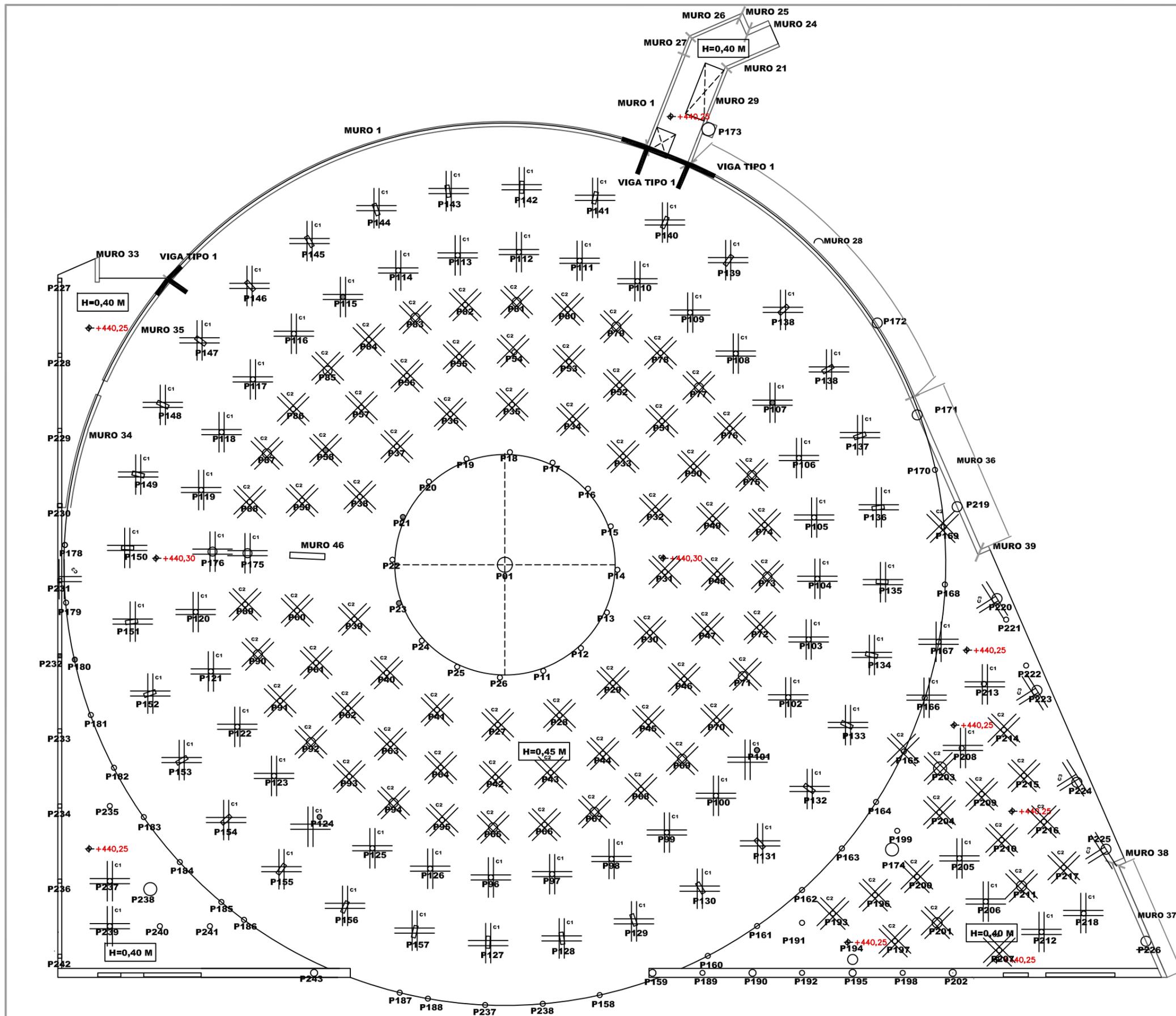


CRUCETA TIPO 3

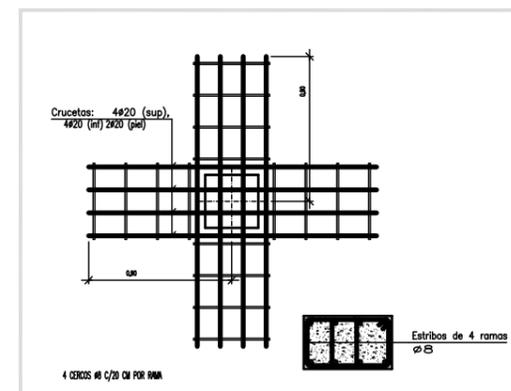


VIGA TIPO 1

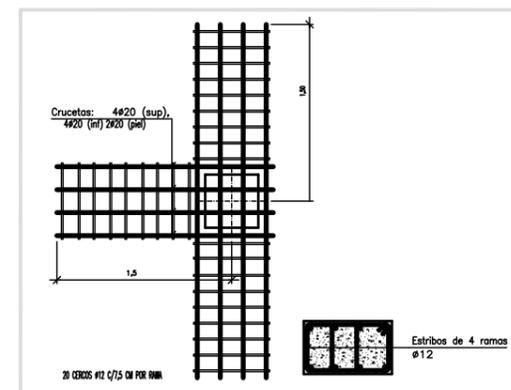




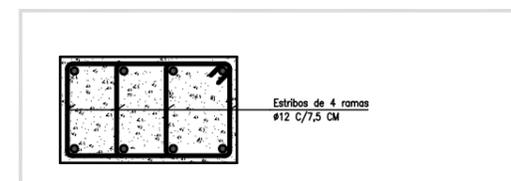
CRUCETA TIPO 1.



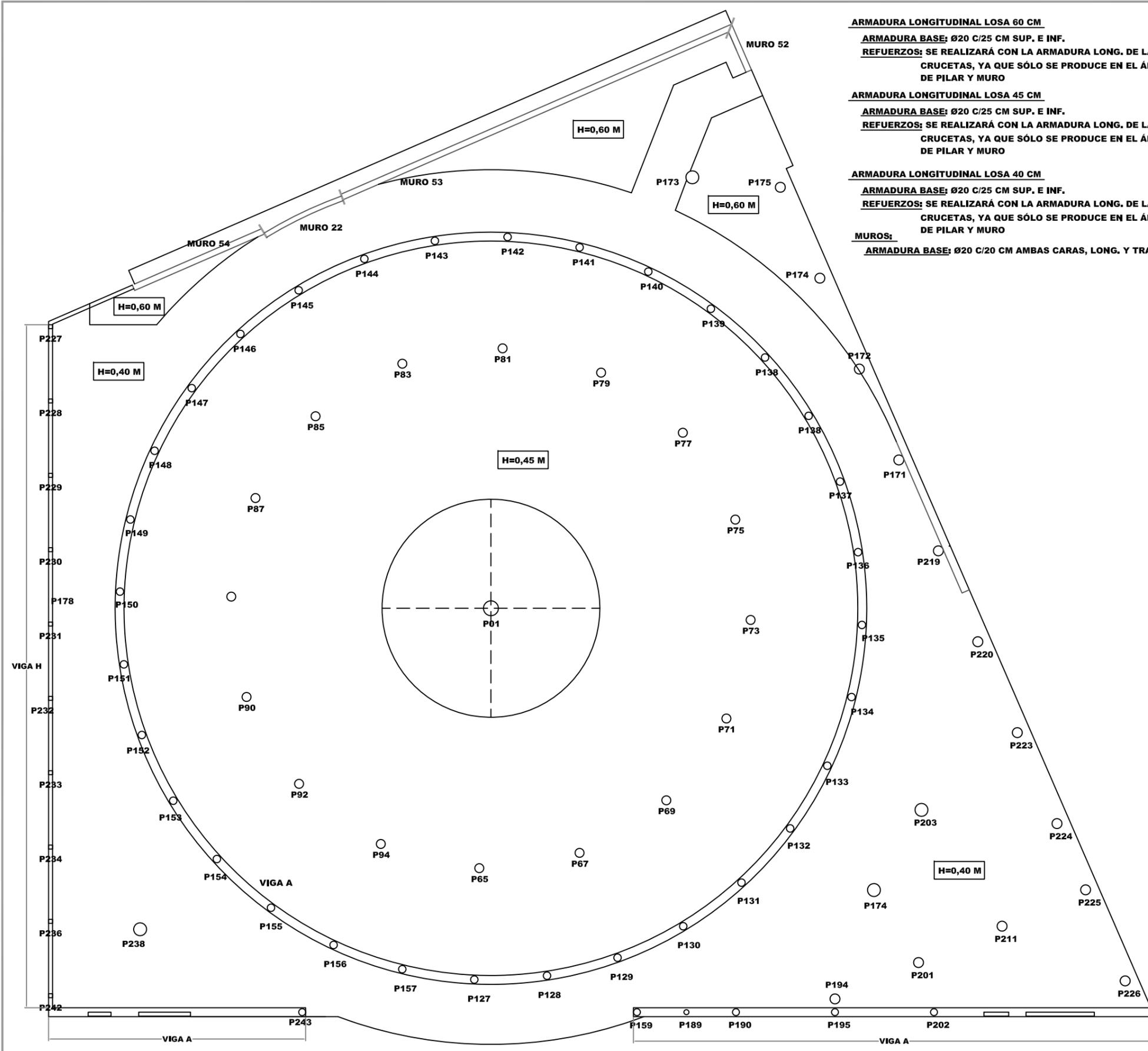
CRUCETA TIPO 2



CRUCETA TIPO 3



VIGA TIPO 1 (L=2,00 m)



**ARMADURA LONGITUDINAL LOSA 60 CM**

**ARMADURA BASE: Ø20 C/25 CM SUP. E INF.**  
**REFUERZOS: SE REALIZARÁ CON LA ARMADURA LONG. DE LAS CRUCETAS, YA QUE SÓLO SE PRODUCE EN EL ÁMBITO DE PILAR Y MURO**

**ARMADURA LONGITUDINAL LOSA 45 CM**

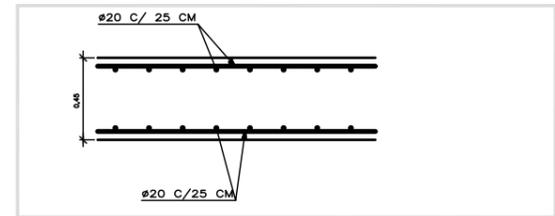
**ARMADURA BASE: Ø20 C/25 CM SUP. E INF.**  
**REFUERZOS: SE REALIZARÁ CON LA ARMADURA LONG. DE LAS CRUCETAS, YA QUE SÓLO SE PRODUCE EN EL ÁMBITO DE PILAR Y MURO**

**ARMADURA LONGITUDINAL LOSA 40 CM**

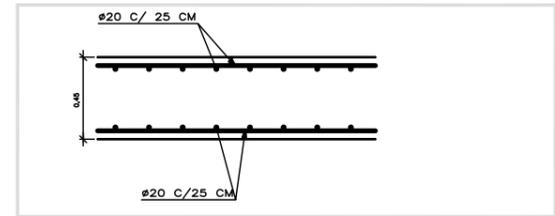
**ARMADURA BASE: Ø20 C/25 CM SUP. E INF.**  
**REFUERZOS: SE REALIZARÁ CON LA ARMADURA LONG. DE LAS CRUCETAS, YA QUE SÓLO SE PRODUCE EN EL ÁMBITO DE PILAR Y MURO**

**MUROS:**

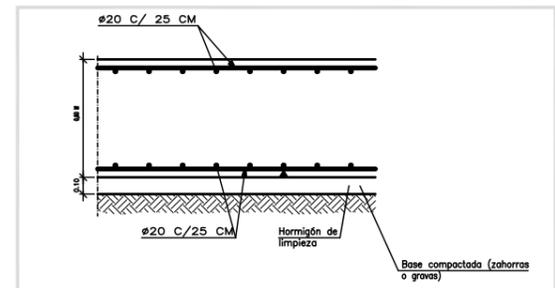
**ARMADURA BASE: Ø20 C/20 CM AMBAS CARAS, LONG. Y TRANS**



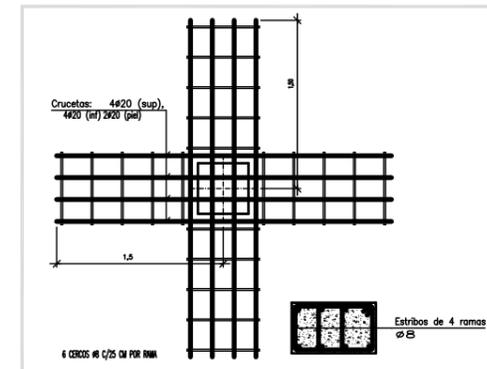
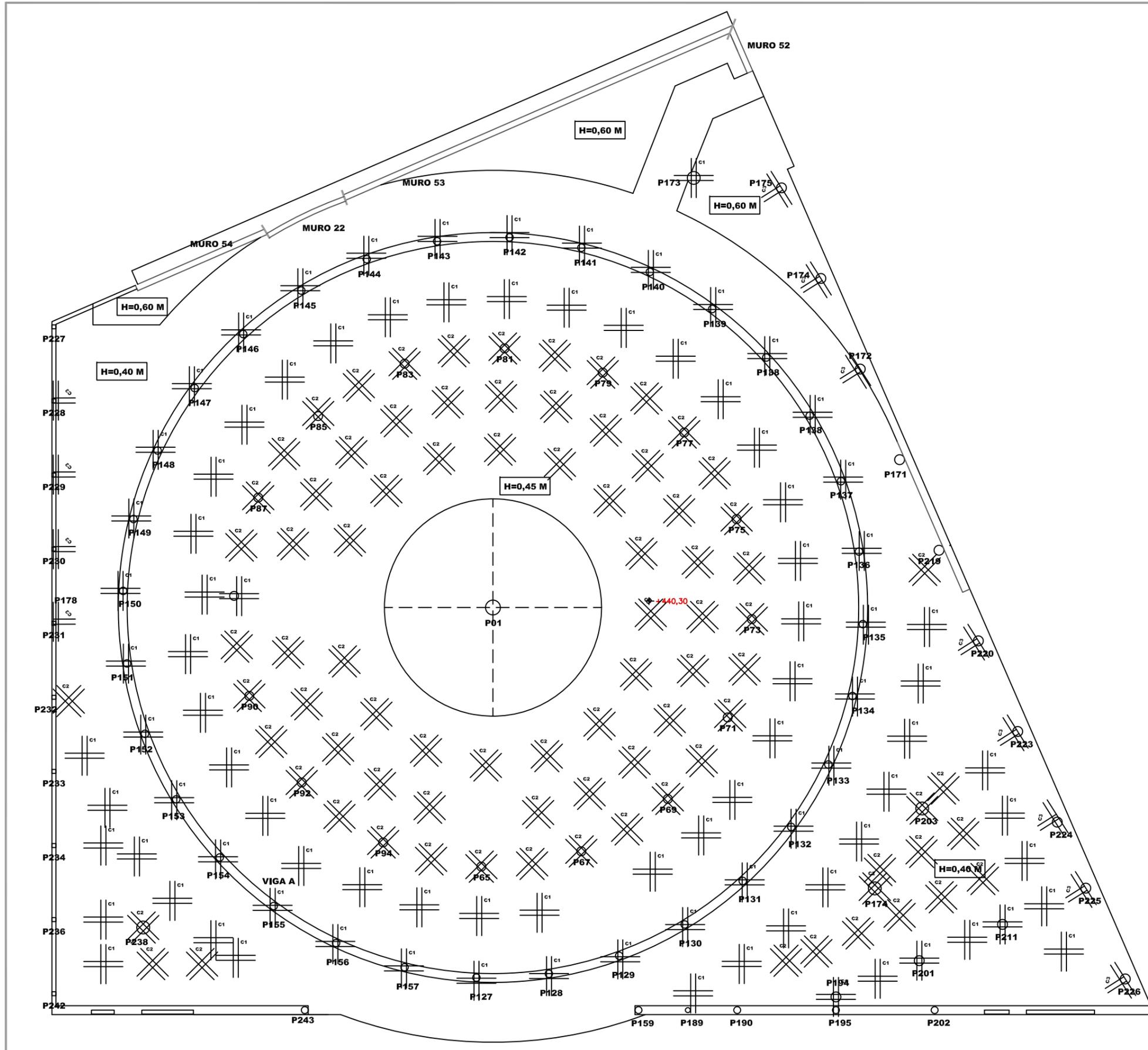
**ARMADURA BASE H=45 CM**



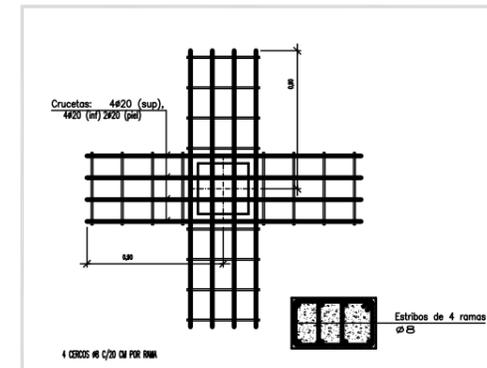
**ARMADURA BASE H=40 CM**



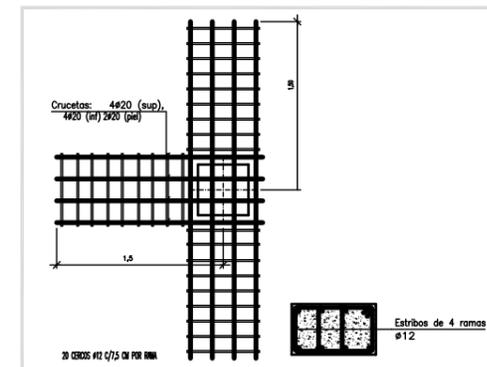
**ARMADURA BASE**



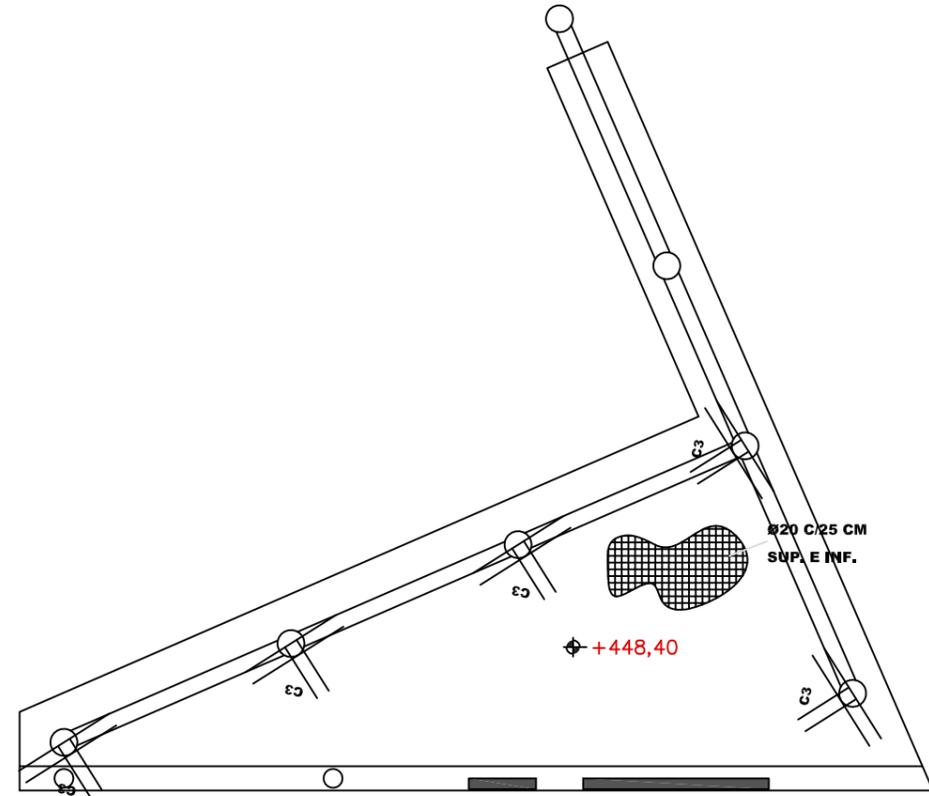
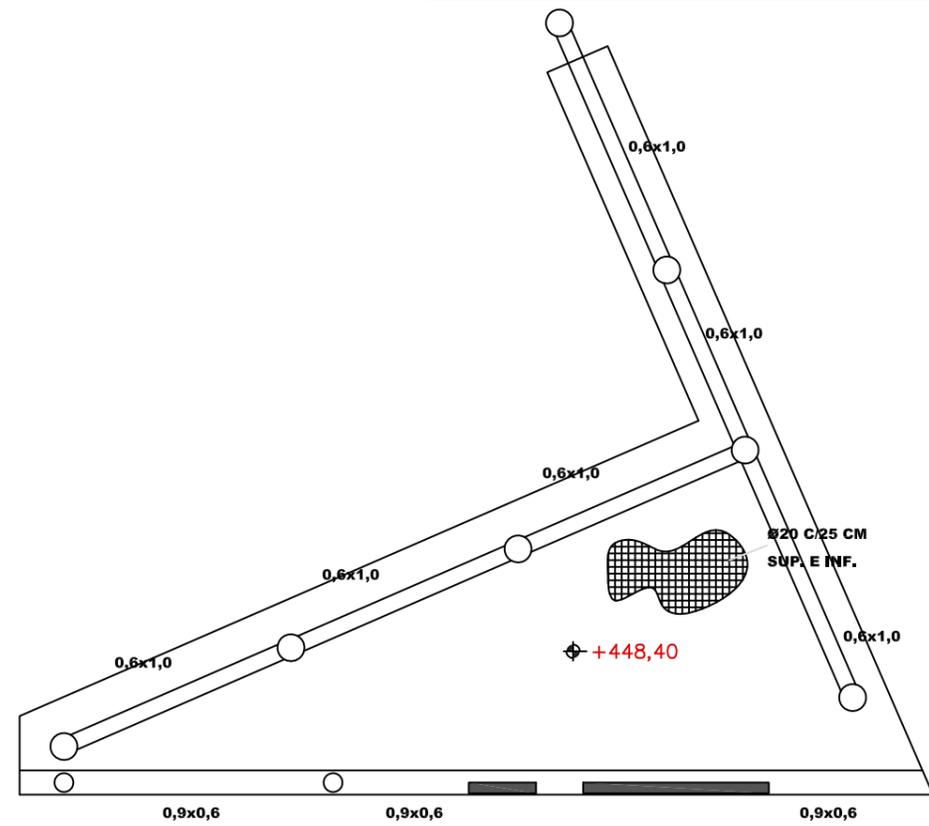
CRUCETA TIPO 1.



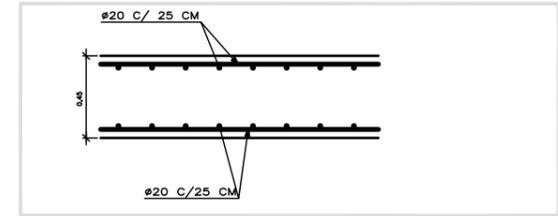
CRUCETA TIPO 2



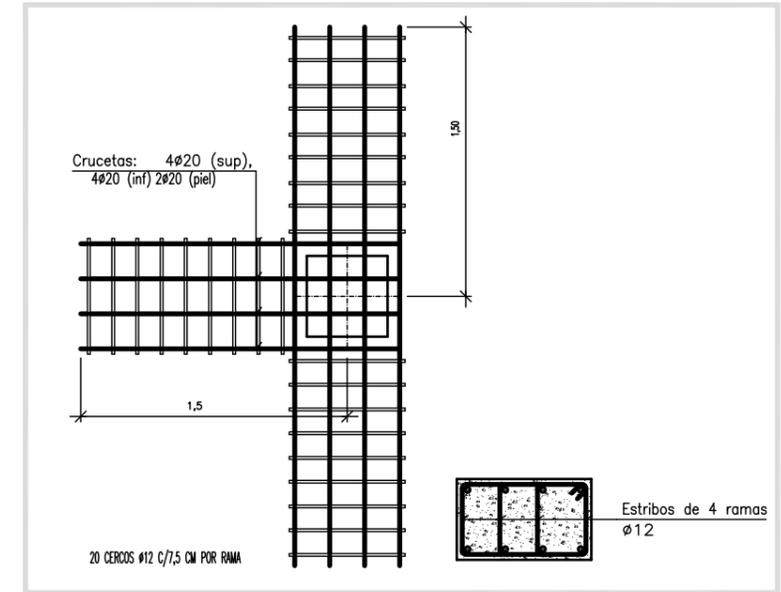
CRUCETA TIPO 3



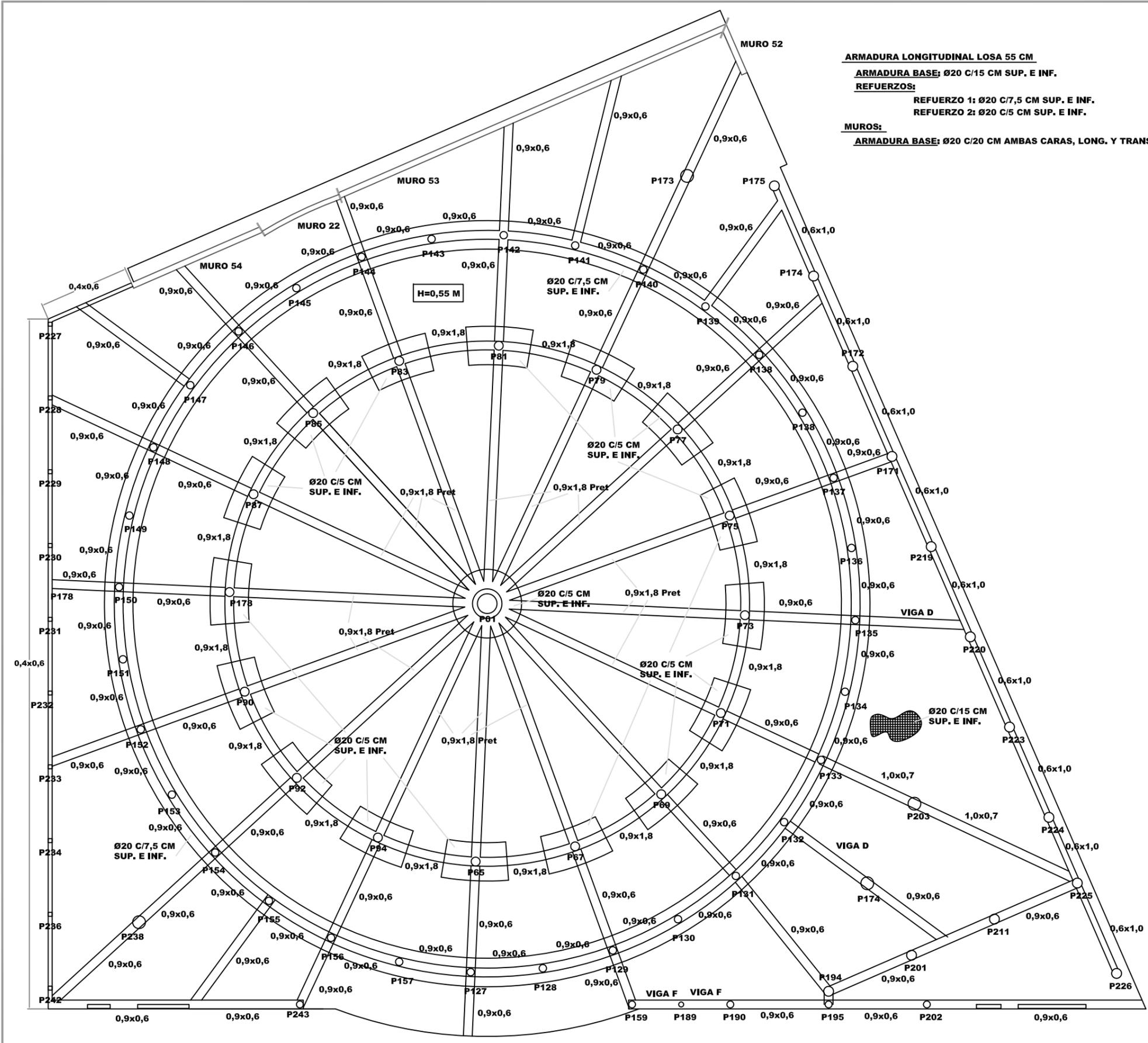
**ARMADURA LONGITUDINAL LOSA 60 CM**  
**ARMADURA BASE: Ø20 C/25 CM SUP. E INF.**  
**REFUERZOS: NO SON NECESARIOS**



**ARMADURA BASE H=45 CM**

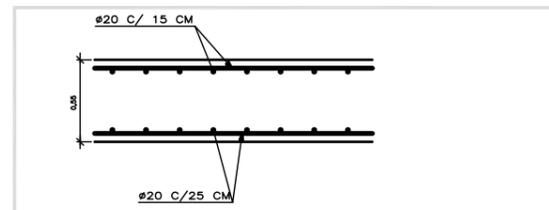


**CRUCETA TIPO 3.**

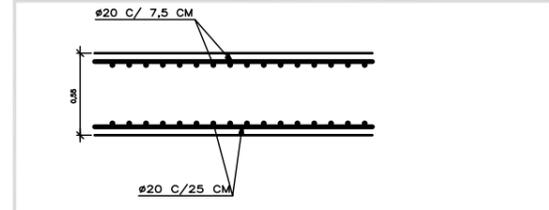


**ARMADURA LONGITUDINAL LOSA 55 CM**  
**ARMADURA BASE: Ø20 C/15 CM SUP. E INF.**  
**REFUERZOS:**  
 REFUERZO 1: Ø20 C/7,5 CM SUP. E INF.  
 REFUERZO 2: Ø20 C/5 CM SUP. E INF.

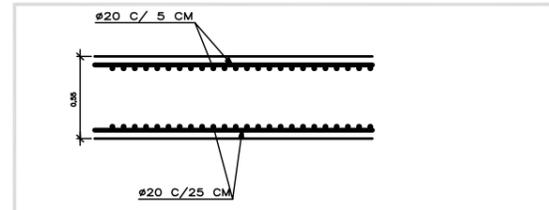
**MUROS:**  
**ARMADURA BASE: Ø20 C/20 CM AMBAS CARAS, LONG. Y TRANS**



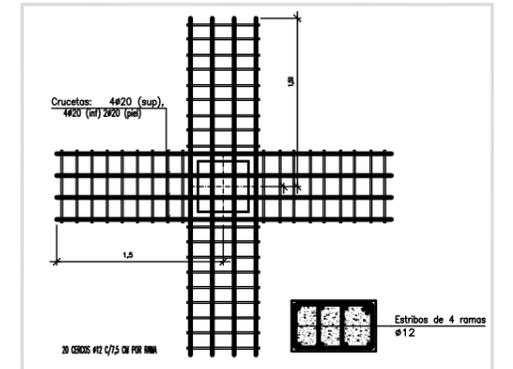
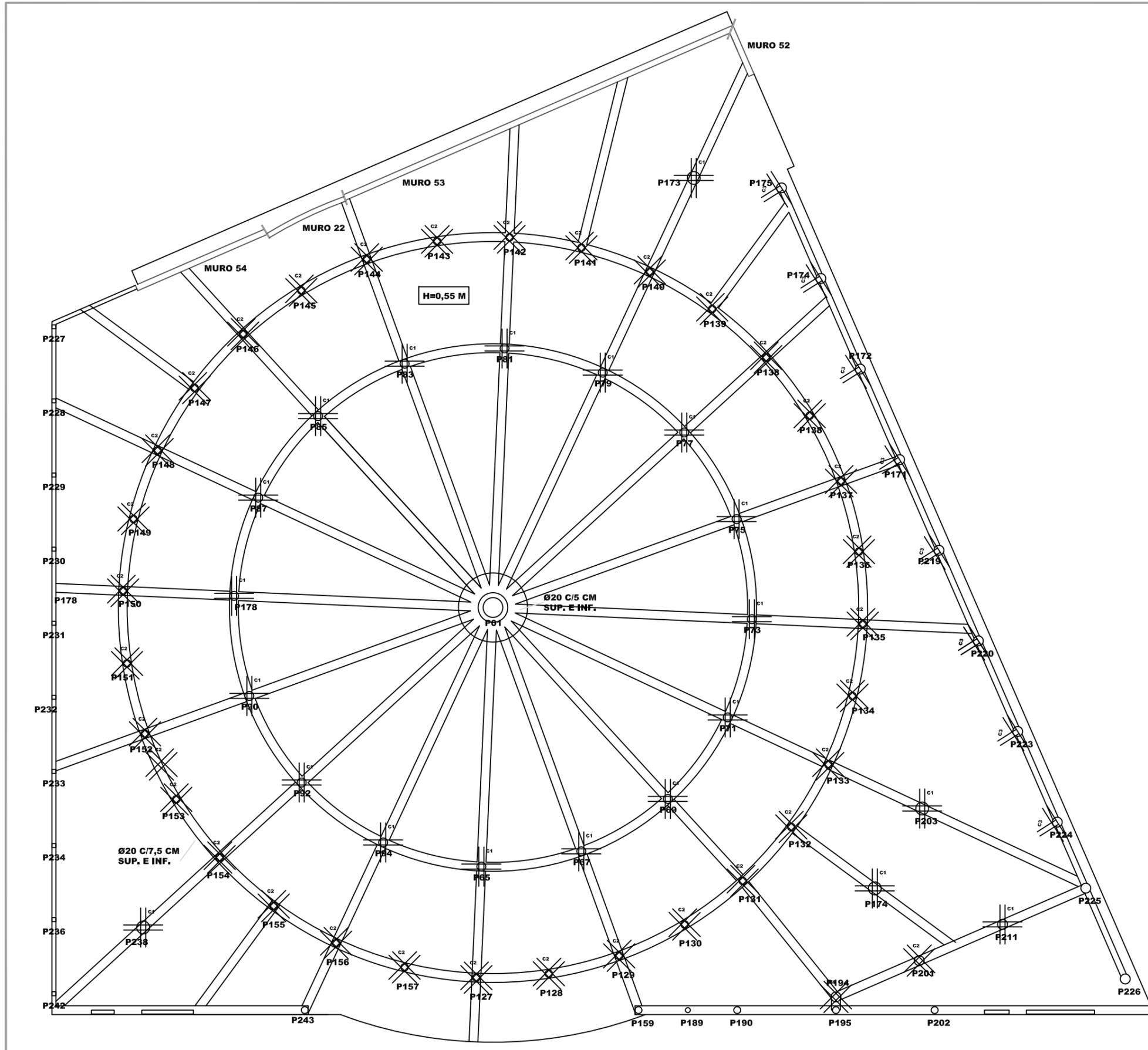
ARMADURA BASE H=55 CM



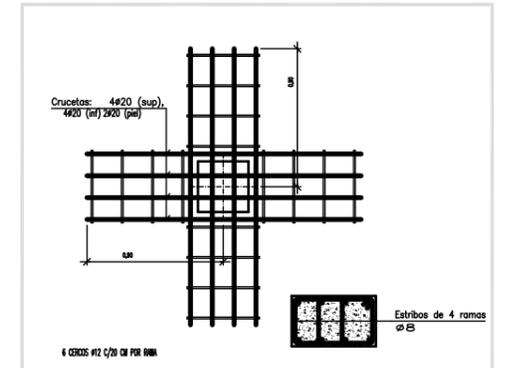
ARMADURA DE REFUERZO 1 H=55 CM



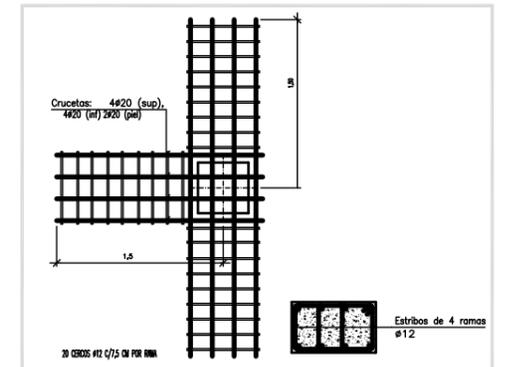
ARMADURA DE REFUERZO 2 H=55 CM



CRUCETA TIPO 1.



CRUCETA TIPO 2



CRUCETA TIPO 3

PLANTA 0																
PLANTA -1																
PLANTA -2																
PLANTA -3																
PLANTA -4	Ø3,00 M	Ø0,50 M	Ø0,50 M	Ø0,50 M	Ø0,50 M	Ø0,90 M	Ø0,50 M	Ø0,50 M	1,2 X 0,50 M	Ø0,50 M	Ø0,70 M	Ø0,50 M	Ø1,00 M	Ø1,30 M	Ø0,50 M	0,40 x 0,40 M
	P1	P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9	P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26	P27, P28, P29, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41	P42, P43, P44, P45, P46, P47, P48, P49, P50, P51, P52, P53, P54, P55, P56, P57, P58, P59, P60, P61, P62, P63, P64	P65, P67, P69, P71, P73, P75, P77, P79, P81, P83, P85, P87, P90, P92, P94	P66, P68, P70, P72, P74, P76, P78, P80, P82, P84, P86, P88, P89, P91, P93, P95,	P96, P97, P98, P99, P100, P101, P102, P103, P104, P105, P106, P107, P108, P109, P110, P111, P112, P113, P114, P115, P116, P117, P118, P119, P120, P121, P122, P123, P124, P125, P126	P127, P128, P129, P130, P131, P132, P133, P134, P135, P136, P137, P138, P139, P140, P141, P142, P143, P144, P145, P146, P147, P148, P149, P150, P151, P152, P153, P154, P155, P156, P157	P158, P160, P161, P162, P163, P164, P165, P166, P167, P168, P169, P170, P178, P179, P180, P181, P182, P183, P184, P185, P186, P187, P188	P159, P190, P195, P202, P243	P189, P191, P192, P193, P196, P197, P198, P199, P200, P204, P205, P206, P207, P208, P209, P210, P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P221, P222	P171, P172, P194, P201, P211, P219, P223, P224, P225, P226, P225, P226,	P173, P174, P203, P238	P235, P237, P239, P240, P241, P242	P227, P228, P229, P230, P231, P232, P233, P234, P236,
		GRUPO 0	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6	GRUPO 7	GRUPO 8	GRUPO 9	GRUPO 10	GRUPO 11	GRUPO 12	GRUPO 13	GRUPO 14